ESTRATEGIA DE LA LUZ

Un acercamiento técnico a los fundamentos de la iluminación fotográfica y cinematográfica

Francisco Bernal Rosso

Prologo

De que va esto

Si yo solo fuera fotógrafo habría escrito un libro en los que las luces no tienen unidades, son solo fuertes o débiles sin pensar en que significa eso, pondría focos como los arquitectos de la antigüedad ponían piedras, con su costumbre mas que con su juicio. Pero yo no solo soy fotógrafo.

Si yo solo fuera técnico de iluminación habría escrito un libro de esos en los que las luces siempre tienen unidades y en las que se calculan iluminaciones... para habitaciones siempre rectangulares, incapaz de adaptar los cálculos a otras formas.

Si solo fuera informático mis cálculos de iluminación se habrían distinguido por hablar en términos difusos, no por emplear el vocabularios de la lógica borrosa sino por el desconocimiento de los principios que rigen la luz, reinventando la rueda, llamando a las cosas por otros nombres que los suyos y en total desarmonía con mis otros tres yos.

Es curioso como esas tres actividades que tienen en común la iluminación parecen no hablarse entre sí. No preguntes a un fotógrafo por iluminación porque no tiene ni idea, no preguntes a un iluminador por fotografía porque está en otro mundo. Y los informáticos que se dedican a la radiosidad no saben que eso que hacen se llama ley de proyección del ángulo sólido y que se inventó en los años treinta y no en los ochenta.

Pero soy fotógrafo, me diplomé en ingeniería y llevo doce años compatibilizando la enseñanza y asesoría informática con al cámara.

Cuando estaba en primaria, un profesor, nos contaba como a la entrada de Salamanca había dos puentes, el uno de piedra, romano, el otro, metálico, moderno. Por el puente moderno no podían pasar los camiones, lo hacían por el romano. De esto sacaba el señor unas no se cuantas conclusiones poco favorables al quehacer de los ingenieros, las universidades en que se forman, las cuadrillas de trabajadores de obras públicas y los materiales de construcción. La perversidad de la vida moderna frente a las indudables cualidades y calidades del mundo antiguo.

Hay que reconocer que mi profesor no tenía ni repajolera idea de ingeniería.

Años después, ya en la universidad aprendía la diferencia entre los dos puentes: el romano estaba hecho con las eficaces técnicas constructivas de la época. Los mas gordo que fuera a pasar sería un carro cargado (¿una tonelada?). El puente moderno se construye con las eficientes técnicas modernas. A diferencia esencial entre el profesional romano y el moderno estriba en que el primero no conoce sus posibilidades hace lo que sabe. El moderno tiene una clara idea de los límites de su proyecto y sabe lo que hace.

¿Creéis que las catedrales góticas son esos ejemplos de cálculo y equilibrio que se nos dice en los libros de historia?. Mal puede ser así si la ciencia que permite calcular las estructuras, la resistencia de materiales, nace en el siglo diecisiete. Un arquitecto del ars nova aprende desde pequeño, viendo como se ponen piedras y como, a veces, se caen las paredes. Si se agrieta el muro se añade un contrafuerte, o se cambia los cimientos. Un arquitecto moderno no puede pasar sin el conocimiento del que el medieval carecía. Un ingeniero moderno sin el conocimiento del cálculo de estructuras y de la resistencia de materiales no es un ingeniero, es un estudiante suspendido. Recuerdo que en un número del investigación y ciencia, creo que del 77 o del 78, se publicaba un artículo procedente de una tesis doctoral de un par de arquitectos que habían examinado, con ojos del siglo XX las catedrales del XII. Los resultados quizás fueran sorprendentes para los estudiosos del arte, si no fuera porque desde que se escribió aquel artículo ha llovido lo suyo (a pesar de las sequías) y no parecen haberlo leído el suficiente número de

autores a merced del empeño que aún pervive de hablar del cálculo de los antiguos maestros de obra. Las conclusiones eran que la práctica totalidad de las catedrales están sobre dimensionadas mucho mas allá de los límites de seguridad prudentes. A la catedral de León se le pueden quitar un par de arbotantes y para nada peligraría su estructura.

Mas vale que sobre a que falte.

Con la fotografía pasa algo semejante. Podemos poner luces y, al final, con la experiencia, somos capaces de juzgar las necesidades. Como el aprendiz de arquitecto. Luís cuadrado, el gran director de fotografía del cine español, al final de sus días casi ciego, medía la luz por el calor que daban los focos.

Voy a poner otro ejemplo. Tu llegas a una revista y buscando como poner un flash de relleno. Ya saben ustedes de que hablo. Y la revista se dedica a marearte sin darte ninguna explicación concreta. En el peor de los casos te suelta algo así como que los "profesionales" hacen tal y cual. Te lees cuarenta artículos, veinte libros y no encuentras ninguna solución concreta, solo divagaciones. Al menos yo me pregunto que donde aprenden los pretendidos "profesionales". Hace siete años, un amigo al que la afición común por la fotografía y las malas notas del COU, le hizo entrar en la formación profesional de imagen y sonido, me contaba que tenía como tarea hacer una foto a contraluz en un atardecer con un flash de relleno. ¿Y como lo calculas? Interpelé, y su contestación fue, que no se calculaba. El colmo, me cansé de buscar y decidí encontrar yo mismo la solución. Comencé por sumar luces como ingeniero, como informático realicé unos modelos y simulaciones que al final examiné como fotógrafo. Ya tenía unos resultados, aunque artificiales, ahora había que comprobarlos en escena. A partir de estos resultados prácticos y del estudio previo conseguí orientarme en la forma de trabajar. El resultado han sido una serie de trabajos que se pueden encontrar en revistas especializadas (especialmente FOTO y sobre todo en Diorama). Los resultados de mis trabajos los vengo exponiendo de forma regular en una página web de dirección: http://www.geocities.com/paris/parc/1124. Este libro es el resumen de estos seis años de trabajo en el que busco respuestas fáciles a preguntas fáciles.

No espera el lector que le diga en estas líneas como hacer para obtener un cierto efecto. Ni que le enseñe un montón de fotos diciendo tal flash tiene un f:5'6 sin antes haber justificado porque ese valor precisamente y no otro.

Hay libros de iluminación que se limitan a decir *posesostolohiceasí* sin entrar en *porqueohicisteasí*. Hay libros, que ya si merecen la pena, en los que se puede aprender a colocar las luces, a iluminar y podemos tomar una cierta formación estilística.

Este libro se sitúa en una etapa anterior a estos últimos. No vamos a dedicarnos de lleno a los trucos de laboratorio para conseguir efectos, eso lo dejamos para los especialistas en cada materia. Aquí vamos a hablar de algo anterior a todo eso y tan fundamental como la resistencia de materiales para el arquitecto. Vamos a aprender a sumar luces, a prever el comportamiento de la escena, vamos a aprender a estimar las necesidades, cosa que no se enseña normalmente, y a dar respuestas adecuadas a problemas concretos. Además veremos la manera de poder enfrentarnos a problemas menos habituales y a como poder buscar soluciones.

Quizás este texto parezca demasiado básico, y que en los planes de enseñanza a esta materia se dedica un cuarto de hora. Pero eso es por desconocimiento de la misma, no por falta de importancia. Como la resistencia de materiales en el siglo diecisiete, que hasta que no se sabe no se da uno cuenta de la falta que le hacía.

Si alguien quiere ponerse en contacto conmigo lo puede hacer mediante correo electrónico a afbg@latinmail.com o bien posteando en el grupo de discusión de fotografía en español es.rec.fotografia o en inglés al rec.photo.misc.

Francisco Bernal Rosso,
El Puerto de Santa María.
Sept-1996, Febrero 2000.

Capítulo 1

UNIDADES I

Luminotecnia

Generalidades

La luz es una radiación electromagnética. Esta radiación transporta energía en forma de campo eléctrico y magnético. Una de las características de la radiación es la frecuencia, que tiene una interpretación subjetiva que es el color. Cada frecuencia tiene asociado un color. Este, por tanto, solo existe en nuestra mente.

La cantidad de energía que transporta una emisión luminosa es E=vh donde h es una constante (constante de Planck) y v es la frecuencia del fotón. Lo que significa que para cada frecuencia de emisión, esto es para cada color, habrá una cantidad de energía distinta. De forma que a mas frecuencia más energía.

Cuanto más azul es el color, mas energía lleva.

Este efecto es parecido a escuchar una orquesta. El sonido es una perturbación de presión. En un sonido se propaga energía en forma de presión mecánica. Si el bajo toca mas fuerte que la flauta es porque emite mayor energía. La nota del instrumento es un sonido formado por unas ondas de presión. Así nuestro cerebro relaciona la frecuencia del sonido con una nota, la frecuencia de una radiación con un color. Una orquesta que toca notas altas es como una lámpara que emite mucha luz azul. En la orquesta la energía se distribuye en frecuencia y determina que aquello suene grave o agudo, en la luz la energía se distribuye en frecuencia y determina que aquello se vea de un cierto color.

A menudo se emplea el término longitud de onda. La longitud de onda es la distancia a la que sucede el mismo hecho físico cuando se emplea una descripción de un fenómeno en términos de la teoría de ondas. Recordemos que la luz se ha venido interpretando a lo largo de los años y según quien lo hiciera de dos maneras: Según la teoría corpuscular y según la teoría ondulatoria.

La teoría corpuscular dice que la luz está formada por cuerpos que se emiten. La teoría ondulatoria dice que lo que se emiten son ondas. Ambas teorías han tenido sus buenos momentos y sus malos momentos. Pero ninguna es capaz, por si sola, de explicar todo lo relacionado con la luz. Lo que se explica bien por la teoría de ondas no se explica por la de corpúsculo y viceversa. Desde hace varios años se habla de la teoría dual que no es mas que aceptar que ambos puntos de vista son incompletos pero se complementan.

La teoría de ondas es una herramienta matemática que supone que las cosas se pueden alinear en el tiempo y en el espacio y que parte mas o menos de la idea de repetición. El sonido es una onda de presión: esto significa que las moléculas de aire se van juntando en el espacio y luego se van separando y más adelante van juntándose otra vez debido al movimiento de la membrana del altavoz. Si vemos la distancia que separa donde las moléculas se juntan mas observamos que cuando se emite una nota esta distancia es mas o menos constante, a esto lo llamamos longitud de onda, otro ejemplo es cuando arrojamos una piedra al agua, la distancia que hay entre los valles de las olas (los senos) es la longitud de onda. Si un altavoz se mueve de forma que avanza y retrocede 440 veces por segundo decimos que tiene una frecuencia de 440 herzios (es la definición de la nota LA), al moverse desplaza el aire.

Hay una relación entre esta cantidad de veces que se repite algo (frecuencia) y la longitud de la onda y esta relación es la velocidad de la onda. La velocidad consiste en multiplicar la longitud de la onda por la frecuencia. La velocidad depende del medio. Si llevamos esto a la luz empezaremos por ver que no hay nada que se repita, lo cual es problemático por que entonces la idea de onda como de algo que se va repitiendo ya no es tan simple. Debemos pensar de la siguiente manera: Una onda es cualquier fenómeno físico al que se le puede aplicar la teoría matemática de ondas. Esta manera de proceder es bastante habitual, mas de lo que creemos. Pero sucede que estamos haciendo de la ciencia una religión que parte de las matemáticas y a menudo vivimos confundidos creyendo que las cosas son porque las matemáticas lo dicen, cuando lo cierto es lo contrario: Las matemáticas son por que describen las cosas.

La teoría de ondas es una herramienta matemática, no significa que la luz vaya haciendo eses, ni subiendo y bajando, simplemente significa que si ponemos una serie de funciones matemáticas obtenemos una serie de resultados que se asemejan a lo que encontramos en la realidad. Así podemos hablar de teoría corpuscular y ondulatoria a la vez. Para la teoría corpuscular la razón de ser de la luz es una partícula que se llama fotón y este fotón tiene una energía que se obtiene multiplicando la constante de Planck por un número que se llama frecuencia. Este número hace las veces de esa-cosa-que-se-repite en la teoría de ondas.

La luz tiene una velocidad que depende del medio por el que pasa. La longitud de la onda de luz es por tanto la velocidad de la luz dividida por la frecuencia. Pero la velocidad varía. Por ejemplo no va a la misma velocidad la luz en el aire que en el agua. Así que el mismo rayo de luz tiene distinta longitud de onda en el aire que en el agua, sin embargo tiene la misma frecuencia. Este hecho es conocido por cualquier fotógrafo: un objetivo de 35mm en tierra tiene 50 mm bajo el agua debido a que la distancia focal depende de los índices de refracción del medio (aire o agua) y del de la lente y estos índices de refracción dependen de la velocidad de la luz. Por esto en este libro nunca vamos a hacer referencia a la longitud de onda, sino siempre a la frecuencia del color de la luz.

Flujo, lumen

¿Como medimos esta distribución de energía en la frecuencia?. La unidad de energía se llama Julio. Este es un nombre para una cantidad. Si decimos que una fuente emite un julio realmente no decimos mucho, cuando se habla de la cantidad de energía que emite una lámpara se prefiere hablar de lumen. Un lumen es energía (julio) distribuida en frecuencia. Un lumen es la 683 ava parte del vatio que emite un cierto tono verde. Esto es 1/683 de julio emitido durante un (1) segundo a una frecuencia de 540*10**12 Hz. (540.000 gigahercios).

La forma de calcular los lúmenes consiste en ponderar la energía emitida con la sensibilidad del ojo. Para cada color el ojo tiene una sensibilidad distinta (sensibilidad espectral) que podemos representar mediante un número de 0 a 1. Cogemos la energía de una cierta frecuencia (o sea de un cierto color) que llega al ojo y se multiplica por este coeficiente, sumando posteriormente valores obtenidos.

A la energía ponderada en frecuencia según la sensibilidad, definida de esta forma, se le denomina flujo.

Una forma de representar este flujo es mediante líneas que indican hacia donde va la radiación. Por ello a menudo se habla del flujo diciendo que es el número de «líneas de fuerza» que se emite. Por supuesto esto de la cantidad de las «líneas de fuerza» no tienen ningún fundamento pero puede emplearse como medio para entenderse.

Intensidad, candela

De toda la energía emitida realmente solo nos interesa aquella parte que ilumina la escena a fotografiar.

Si una bombilla ilumina en todas direcciones y a nosotros solo nos interesa el frente podemos llevarnos un chasco a la hora de hablar de lúmenes ya que no es lo mismo lanzar mil lúmenes en todas las

direcciones que hacer que caigan esos mil lúmenes en el libro que estamos leyendo. Para poder hablar de la luz que nos interesa se han inventado otras unidades de medida. Hay dos que hablan de cuanta luz llega a la escena. Estas dos unidades nos dan idea de lo fuerte que es la luz. La primera de ellas es la candela. Se llama así porque en un principio era la luz emitida por una cierta vela (bujía, candle en alemán). Mas tarde esta fuente de referencia se cambiaría, lo que dio a lugar a que durante los 50 y los 60 se hablara de candela viejas y de candelas nuevas. La candela es realmente la magnitud fundamental de la luminotecnia y todas las demás se derivan de ella.

La candela es la unidad, lo que mide es la intensidad luminosa y es la energía que se emite en una «cierta dirección».

Es decir: la energía que transporta un rayo de luz.

De forma general la intensidad es :

$$J = \frac{\varphi}{\omega} \qquad \text{[EC-1:1]}$$

Osea, el flujo que se emite dividido por el ángulo sólido que lo contiene.

La forma más correcta de definir esto es

$$J = \frac{d\varphi}{d\omega} \qquad \text{[EC-1:2]}$$

Que quiere decir que la intensidad es el flujo contenido en un ángulo sólido infinitesimal, o sea, prácticamente en una línea. Lo que se traduce diciendo que la intensidad es la cantidad de energía en una dirección dada; Lo fuerte que es un rayo de luz.

Informalmente: la intensidad mide lo juntos que están los rayos de luz (el flujo). Su uso es algo complicado y no tiene una aplicación directa para los fotógrafos. En este tema nos centramos mas tarde.

Iluminación, lux

La segunda forma de medir la luz que nos llega es mediante la luminancia o nivel luminoso. Esta es la cantidad de energía que atraviesa una superficie. Su unidad es el lux (lx) y es mucho más empleada que la candela en usos prácticos. Se define como el flujo que atraviesa la superficie que nos interesa.

$$E = \frac{\varphi}{S} \qquad \text{[EC-1:3]}$$

o de forma más correcta:

$$E = \frac{d\varphi}{dS} \qquad \text{[EC-1:4]}$$

Esto es: contamos la cantidad de lúmenes que pasan por una superficie. Informalmente, el número de líneas de luz que pasan por una superficie.

El nivel luminoso es lo que especifica en todos los proyectos de iluminación. Un día luminoso puede haber de 35.000 a 60.000 lux aunque muchos libros se empeñen en dar 100000 lux como típico de un día al sol; una habitación doméstica quizás no pase de 100 lux. Una habitación muy bien iluminada para usos que requieren gran resolución, como talleres de dibujo, puede tener sobre 500 lx y en lugares como mesas de operaciones puede llegarse a los 1000 lx.

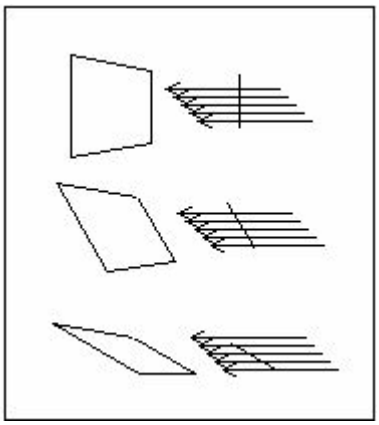
Televisión Española aconseja unos 1400 lx para lugares en los que se debe rodar en vídeo como son platós (entonces 1400 es el valor mínimo) o estadios de deportes en dirección a las cámaras principales.

Es muy difícil hablar de cantidad de luz empleando las candelas. Es mejor emplear el concepto de iluminación y los lux. En gran es mejor parte porque tenemos aparatos que son capaces de medirlos.

La forma habitual de operar para prever los lux que caerán en una escena es conocer la potencia de las lámparas, a partir de ellas se calculan los lúmenes emitidos, a partir de estos y teniendo en cuenta los reflectores de las lámparas se calculan las candelas y, de la forma que más tarde veremos, los lux.

Debemos tener siempre en cuenta que la iluminación en un punto del espacio depende de la dirección de la que viene la luz.

Un plano recibe cierta cantidad de luz, representada por las flechas. Conforme el plano se inclína e número de flechas (flujo) que lo atraviesa es menor, por tanto disminuye la iluminación



~~Figura Incidencia de la luz en un plano1~~

Véase la figura. La luz la representamos mediante un haz de rayos (las líneas), el plano representa la superficie a iluminar. Si inclinamos el plano lo atraviesan menos líneas. A esto se conoce como Ley de Lambert o del coseno. Si alfa es el ángulo formado por la dirección del rayo y la perpendicular al plano iluminado y r es la distancia a la que se encuentra este de la lámpara entonces la iluminación del plano será.

$$E = \frac{j}{r^2} \cdot \cos\alpha \qquad \text{[EC-1:5]}$$

Donde j es la intensidad (en candelas) de la fuente de luz. Alfa el ángulo que forman los rayos de luz con el plano (con una línea que sea perpendicular al plano) y r la distancia de la fuente al plano. Esta definición matemática se denomina también ley de inversa de los cuadrados de la distancia y debido a la aparición del término coseno de alfa se le quiere denominar también ley de Lambert. Hay que apuntar que la ley de Lambert es el hecho de que la iluminación disminuya con el ángulo en que cae la luz sobre la mesa mientras que la ley de inversa de los cuadrados dice que la luz disminuye con la distancia. Como se puede observar no es que haya distintas leyes, solo son diferentes formas de hablar de un fenómeno que queda mejor unificado en su definición por su expresión matemática. De cualquier manera, a esta forma de describir la iluminación también se le llama «iluminación de un punto»

El ángulo sólido

Al definir la intensidad de iluminación hemos mencionado el ángulo sólido. Un ángulo sólido es un ángulo en el espacio. Un ángulo en tres dimensiones. Un ángulo plano se determina por el cruce de dos rectas en el mismo plano y se mide de diversas formas, siendo las más habituales los grados sexagesimales (de 0 a 360º) y los radianes (sin que ninguna de las dos medidas constituyan una unidad física de medida). De la misma manera el ángulo sólido da la idea del ángulo de un cono de base esférica. Es decir el cono que se obtiene cuando en una esfera sacamos un trozo cuyo vértice está en el centro. Se mide en estéreoradianes, que es una unidad adimensional. Se calcula dividiendo la superficie (¡esférica!) de la base entre el cuadrado de la altura del cono.

El brillo

Todo lo anterior está muy bien para cuando se habla de la luz que proviene de un emisor, pero a menudo hay un concepto que no se puede manejar fácilmente con las unidades antes apuntadas. Por ejemplo: si a una bombilla le ponemos una tela, la luz tiene otra apariencia. Igual sucede con la luz que nos llega rebotada por una pared. Para esto se inventó el concepto de brillo.

El brillo mide la cantidad de luz emitida por un emisor secundario. Esto es por un reflector o un difusor. Se calcula dividiendo la intensidad (candelas) de luz que emite entre la superficie que lo emite. Por ello se mide en candelas por metro cuadrado o bien en apostilbs.

El brillo es lo que realmente ve el ojo. Ciertamente nos da igual la iluminación de la escena. Si la escena es una habitación pintada de negro, veremos poco, mientras que si lo es pintada de blanco, veremos bastante luz. La diferencia es el brillo.

El ojo puede ver desde fracciones de 0’1 apostilb hasta valores de 10000 apostilb. Una hoja de papel refleja el 80% de la luz que le llega. Si la ponemos bajo una luz de forma que la atraviesen 1000 lux nos devolverá un brillo de 1000 por 0’8 apostilbs. Es decir: 800 aps.

En fotografía los fotómetros se calibran para reproducir un gris medio de reflectancia 18%. Todos conocemos las tarjetas grises de medida que tienen este gris del 18%. Si ponemos esta tarjeta en un exterior en el que hay 10000lx brillará con 1800 aps.

Rendimiento luminoso

Como sabemos la energía aparece en diversas formas. Al enchufar una bombilla lo que hacemos es darle energía en forma de corriente eléctrica que ella se encarga de convertir en luz. Por supuesto si toda la energía que le diéramos la convirtiera en luz seríamos más felices pero la transformación de electricidad en luz se habrá dejado una parte en calor, otra en forma de radiación no visible (infrarroja o ultravioleta) y otra en forma de luz útil.

Cada tipo de lámpara tiene una tendencia. A esto se le llama rendimiento luminoso. Se mide en lúmenes por vatio y viene a decir cuantos lúmenes se emiten durante un segundo cuando se da 1 julio de energía a la lámpara. O sea, cuantos lúmenes proporciona cada vatio de la lámpara.

Una lámpara doméstica incandescente viene a dar 14 lúmenes por vatio. Esto significa que si tenemos una bombilla de 60 vatios nos va a dar 840 lúmenes. Un tubo fluorescente típico da unos 65 lúmenes por vatios, si empleamos un tubo de 36 vatios obtendremos 648 lúmenes.

Rendimiento de color

El rendimiento de color o IRC es un número entre 0 y 100 que nos dice lo fiable que es una lámpara para la reproducción de los colores.

Debemos recordar que los colores solo existen en nuestra cabeza y que en la escena lo que hay son radiaciones de distinta frecuencia. Como el color es la imagen subjetiva con que nos representamos la frecuencia, vamos a hablar, a partir de ahora, de los colores como si estuvieran en la escena.

Una vez aclarado esto hay que recordar que los colores deben estar en la luz que ilumina y no en el objeto que es iluminado. Por ejemplo, si un objeto es de color rojo a la luz del día significa que refleja los colores rojos (los fotones de frecuencia de color rojo, los fotones de color rojo). Si este objeto lo metemos en una habitación iluminada por una luz que no tiene color rojo lo veremos de otro color, que dependerá de que otros colores refleje. Por lo general será casi negro debido a que lo veremos de un color del que refleja muy poca cantidad.

Las luces de rendimiento bajo (menos de 80) no son capaces de reproducir los colores fielmente. Las luces con rendimiento mayor de 80 son mas de fiar. Esto no significa que la luz no tenga dominantes:

una lámpara incandescente contiene todos los colores pero tiene demasiado rojo y por tanto, aunque es capaz de reproducir los azules el exceso de rojo los enmascara. Para recuperar los azules solo hay que disminuir los rojos, filtrarlos.

Temperatura de colorTemperatura de color

Volveremos sobre estos temas del color. La temperatura de color es una de los términos de los que más se han abusado. Indica la temperatura a la que un emisor ideal (un cuerpo negro) debe ser calentado para que su luz tenga una característica de color semejante a la de una lámpara en concreto. Este término solo se puede aplicar a luces incandescentes, ya que son las únicas que tienen todos los colores. Para mas detalles estarán el capítulo dedicado a las fuentes de iluminación. Nos reservamos las explicaciones para entonces.

Capítulo 2

UNIDADES II

fotografía

Preliminares

La fotografía, como toda técnica, hace uso de diversos parámetros que se dan a través de números. Aunque el capítulo lo hemos llamado unidades fotográficas no son precisamente unidades, son mas bien magnitudes. Cosas que numeramos para entendernos.

Como sabemos una fotografía se toma ajustando una serie de mecanismos: partiendo de una sensibilidad de la película (o del material que sea) y según sea el brillo de la escena colocamos el diafragma a una abertura para regular la cantidad de luz que entra en la cámara y ajustamos la velocidad (el tiempo de obturación) que es el tiempo que la película va a estar recibiendo luz. Todo este proceso es sobradamente conocido. Además de señalar cuales son los valores más habituales de estas magnitudes y de donde salen vamos a tratar otros números que suelen aparecer tarde o temprano en el vocabulario del fotógrafo: el paso, la relación de luces, los valores de exposición.

La sensibilidad

Un material sensible, una película fotográfica, un sensor ccd de vídeo o de un escáner, necesita una cantidad mínima de luz para impresionarse. La sensibilidad es el parámetro que nos da idea de esta cantidad mínima. Antiguamente el valor mínimo que producía un cierto ennegrecimiento de la película era la base de los cálculos de la sensibilidad pero esta postura fue bastante criticada y se buscaron otras soluciones que hablaran además de este valor mimo (umbral) de otras características de la película (el problema del talón largo). Así que actualmente la sensibilidad, es un número del que no podemos obtener la cantidad mínima de luz que impresiona el material. Por otra parte ¿Qué es impresionar el material?, ¿Cuándo se empieza a ver imagen o cuando esta adquiere unos tonos semejantes a los reales (o su negativo)?.

La sensibilidad se mide en grados ISO. ISO es un organismo internacional de normalización como pueda ser el UNE español, el DIN alemán, el BN inglés o el ANSI (antiguo ASA) estadounidense. La sensibilidad ISO especifica 2 números. El primero es el correspondiente a la antigua norma americana ASA y el segundo a la norma alemana (la DIN). El número ASA (el 1º) se dobla al doblarse la sensibilidad; mientras que el DIN aumenta en 3 unidades al doblarse la sensibilidad. Así la escala más habitual es :

12/12, 25/15, 50/18, 100/21, 200/24, 400/25, 800/28, 1600/31, 3200/34.

El paso

A esta proporción de doblar o hacer mitad se le llama paso (stop en inglés), no es exactamente una unidad de medida sino un valor de proporción que constituye la forma normal de hablar. Así dos

películas, una de ISO 100/21 y otra de 400/25 se dice que tiene 2 pasos de diferencia.

La relación de luces

Cuando se ilumina con varias fuentes se suele hablar de la relación que estas guardan entre sí. Esta relación se suele expresar mediante un quebrado que dice la proporción que corresponde a cada dos luces. Así por ejemplo una relación 2:1 significa que la primera luz es el doble que la segunda. A menudo hablamos, no de la relación de luces sino de la de brillos. En este caso lo que anotamos es la proporción del brillo de cada objeto. Normalmente estos dos números, relación de brillos y relación de luces se confunden, aunque con pocas consecuencias prácticas.

Para pasar la relación de luces a paso se debe calcular el logaritmo en base dos de la relación de luces. Esto es lo mismo que multiplicar 3,322 por el logaritmo decimal de la relación de luces. Para pasar el número de pasos a la relación de luces solo hay que elevar 2 al número de pasos. Así decimos que dos luces (o dos brillos) están en una relación 1:2 cuando entre ellas hay un paso, una relación 4:1 cuando entre ellas hay dos pasos, 3 pasos una relación 1:8, etc...

Deberíamos poder recordar la relación entre pasos enteros siempre es una potencia de dos (2, 4, 8,16, 32, 64 ...) y por otra parte las correspondientes al primer tercio de paso, el primer medio y el segundo tercio. Es decir: 1’26:1, 1:41:1 y 1’59:1.

Esto expresa que si dos luces difieren en un tercio de paso es porque la mayor es un 26% más grande que la menor. Si la diferencia es de medio paso, la mayor es un 41% mayor que la otra y un 59% si la entre ambas median dos tercios de paso.

La tabla I indica los valores de pasos con las relaciones de luces.

Tabla 2-1

nº de pasos	**Relación de luces**
1/6	**1:1’12**
1/4	**1:1’19**
1/3	**1:1’26**
1/2	**1:1’41**
2/3	**1:1’59**
1	**1:2**
2	**1:4**

La relación de 1/3 de paso es una de las más importantes. Constituye el mayor error permitido en los ajustes de un equipo y comercialmente encontramos la película marcadas según 1/3 de paso de su sensibilidad de la siguiente manera:
25/15, 32/16, 40/17, 50/18, 64/19, 80/20, 100/21, 125/22, 160/23, 200/24, 250/25, 320/26, 400/27, 500/28, 640/29, 800/30, 1000/31, 1320/32, 1600/33, 2000/34, 2640/35, 3200/36

Como se ve el segundo número de la sensibilidad (el correspondiente a la norma DIN) se incrementa en 1 al subir un tercio de paso.

El primer número de la sensibilidad nos da además una información práctica muy útil: indica la relación de luces entre los distintos pasos.

Para ello partimos de 100 asa. Un tercio por encima son 125 asa, dos luces separadas por un tercio de paso tienen una relación 125/100 (realmente es 1‘2599). Luego al aumentar una luz un 25% ha subido un tercio. Por otra parte un tercio de paso por debajo de 100 asa son 80 asa. Es decir al bajar un 20 % una luz (80/100) se reduce 1/3 de paso. Ahora la pregunta del millón: ¿Que relación de luces corresponde a 3 pasos y dos tercios?: Podemos echar mano de la calculadora y hacer las cuentas antes indicadas (dos elevado a tres coma sesenta y seis) pero como somos fotógrafos y lo más cibernético que tenemos a mano es la cámara, podemos fijarnos en la escala de sensibilidades. Tres pasos y dos tercios por encima de 100 asa son 1320, luego la relación de luces es 1320/100 o sea 13,2:1 es decir, una luz

es trece veces mayor que la otra. Así mismo un paso y dos tercios por debajo es la diferencia entre los 32 asa y los 100, luego una relación 32/100, con lo que la luz menor es un 32% de la menor (¡casi un tercio más pequeña!)

Además tiene una utilidad práctica a la hora de evaluar los filtros. Normalmente cuando se pone un filtro al objetivo este disminuye la cantidad de luz transmitida, es decir, la cantidad de luz que deja pasar. Habitualmente se menciona la transmisión del filtro. Si por ejemplo tenemos un filtro de que sabemos que la transmisión es del 40% significa que deja pasar el 40% de la luz que le llega. Cien menos cuarenta son sesenta, luego el 60% de la luz que le llega es rechazada. La luz que pasa a través del filtro es un 60% menor que si no pusiéramos el filtro. Si en nuestra lista de sensibilidades bajamos estos 60 puntos tenemos una sensibilidad de 40 ISO/ASA. Este valor es un paso y un tercio menor que 100 ISO/ASA. De manera que un filtro de transmisión 40% tiene una caída de luz de paso y tercio.

Una de las relaciones de luz que más se emplean es la 1:3. Es la principalmente recomendada para retrato. Es una relación muy fácil de conseguir, consiste en poner una luz que ilumine toda la escena y otra, el doble de «fuerte», que ilumine solo una parte. De esta manera un lado se iluminará con una medida de luz mientras que el otro recibirá la luz de ambas fuentes con lo que se iluminará con dos mas una medida, o sea tres. La foto 1 muestra la iluminación del foco pequeño mientras que la 2 lo hace con la del grande. La foto 3 está realizada con ambas luces. La relación de luces 3:1 corresponde a 1’585 pasos. Esto está a medio camino entre el paso y medio y el paso y dos tercios pero más cerca del paso y dos tercios que del paso y medio.

Los pasos más pequeños, 1/6 y 1/4, que rara vez se usan corresponden a las relaciones de luz 1’12:1 y 1’18:1 respectivamente.

El diafragmaEl diafragma

Es un dispositivo que regula la cantidad de luz que llega a la película. Consiste en una ventana circular de diámetro variable que se coloca en el objetivo. Con luminosidad nos referimos a la cantidad de luz que deja pasar. Esta se nombra mediante la letra f y es un número que resulta de dividir el diámetro del cono de luz en le centro óptico del objetivo entre la distancia focal del mismo. Para una exposición mas detallada del significado del número f se puede consultar el apéndice.

La serie habitual de diafragma es:

1, 1’4, 2, 2’8, 4, 5’6, 8, 11, 16, 22, 32, 45.

Entre dos números consecutivos de esta serie hay un paso de diferencia, cuanto más alto sea el número menos luz entra. Así un f : 4 deja pasar la mitad de luz que un f : 2’8 y el doble que un f:5’6.

Por supuesto también hay números f correspondientes a pasos intermedios. Para saber que diafragma sigue a otro podemos multiplicar el f conocido por la raíz cuadrada de la relación de luces que guardan entre sí[1] (ver punto anterior, para su justificación ver apéndice al final). Estos valores los podemos ver la tabla II.

Tabla 2-2

Separación en pasos	Para subir multiplicar por	Para bajar multiplicar
1/3	1’12	0’89
1/2	1’19	0’84
2/3	1’26	0’8
1	1’41	0’71

El multiplicador, si se observa detenidamente, es la raíz cuadrada de la relación de luces. Por ejemplo, un tercio de paso es una relación de uno a uno veintiséis. La raíz cuadrada de 1’26 es 1’12.

La segunda columna indica el valor por el que hay que multiplicar un número f para hallar el superior en n pasos.

La tercera columna indica el valor por el que hay que multiplicar el f para hallar el inferior.

Es decir: El diafragma superior a 5’6 en medio paso es el: 5’6x1’19=6’7. Y si queremos el que está medio paso por debajo (mas abierto): 5’6x0’84=4’7.

Tiempo de obturación

Es el tiempo que permanece abierto el obturador de la cámara. Por tanto el tiempo que la película está recibiendo luz. Se expresa en fracciones de segundo siendo la serie habitual:

1, 1/2, 1/4, 1/8, 1/15, 1/30, 1/60, 1/125, 1/250, 1/500, 1/1000, 1/2000, 1/4000.

Valor de la exposición

Si ponemos un diafragma y un tiempo de obturación tendremos el mismo efecto si abrimos un valor y cerramos el otro en la misma cantidad de pasos. Si ponemos un f:4 y t 1/125, la exposición será la misma que si ajustásemos f:5’6 y t 1/60 o f:2’8 y t 1/250 (al cerrar un parámetro un paso y al abrirse el otro la misma cantidad la exposición no varia). Esto es así porque la cantidad de luz que llega a la película es al final la misma. Para poder manejar todos estos pares de valores f y t se inventaron los valores de exposición (los ve en español y ev en inglés).

El valor de exposición es un número que indica una cantidad de radiación siempre igual. Por tanto f:4, t 1/125 como f:5’6, t 1/60 tienen el mismo valor ev (que vale 11) Entre dos valores consecutivos de ve hay 1 paso de diferencia. El valor de exposición es el logaritmo en base dos de f al cuadrado dividido por t.

$$ev = 3'322 \bullet \log(\frac{f^2}{t}) \qquad \textbf{[EC-2:1]}$$

Donde f es el número f y t es el tiempo.

Puesto que a cada valor de exposición le corresponde toda una serie de combinaciones de diafragma y velocidad podemos calcularlas simplemente recordando que el valor de exposición 0 corresponde a f:1 y t 1.

Por ejemplo para calcular el valor de exposición correspondiente al par f:8 t 1/125 debemos pensar de la siguiente manera:

- *Partimos del tiempo (podríamos hacerlo del diafragma también): De 1/125 a 1 hay 7 pasos (1, 1/2, 1/4, 1/8, 1/15, 1/30, 1/60, 1/125) luego del valor de exposición 0 al que buscamos hay 8 pasos.*
- *Ahora vemos la diferencia en pasos en la serie de diafragmas: De f:1 a f:8 hay 6 pasos (1, 1’4, 2, 2’8, 4, 5’6, 8).*

Luego en total hay siete más seis pasos desde el valor ev 0 (f:1 t 1) al que buscamos. Es decir 13 pasos. Por tanto el ev correspondiente a f:8 t 1/125 es 13. (Según la definición 12’966)

Relación entre iluminación y magnitudes fotográficas

Entre la iluminación de una escena y el ajuste de cámara para fotografiarla no existe una relación matemática real. Todas las formas de relacionarlas, esto es, todas las “fórmulas matemáticas” que hagamos están fuertemente filtradas por aquello que consideramos “una fotografía correcta”. Por ejemplo: muchos fabricantes de cámaras de vídeo presumen de que sus cámaras funcionan con 5 o con 7 lux. ¿Pero que significa esto?. Para empezar recordemos que los lux dicen muy poco sobre las cosas. El efecto en el ojo no es de la luz que pongamos en la escena (los lux) sino de la luz que reflejan los objetos

(el brillo, los apostilbs). Eso de que el ojo ve de 0'1 lux a 100000 lux es una trola. El ojo ve la luz que llega a él y esta es la que arroja el brillo de la escena. Los 5 lux de la cámara de vídeo no nos dicen nada ya que es un valor umbral a partir del cual el sensor de vídeo comienza a tener corriente eléctrica, lo que equivale, fotográficamente hablando al momento en que la película empieza a enterarse de que hay "algo" iluminando. Es decir, ese primer vestigio de foto a la que, normalmente, llamamos "una foto muy subexpuesta".

¿Cual es la exposición adecuada? Si tengo un objeto gris el que lo reproduzca blanco o negro solo depende de la exposición que yo de, no de la luz que lo ilumina. ¿La exposición correcta es aquella en la que la imagen del objeto tiene unas características de brillo similares a las del objeto?, Osea que si fotografía una cosa de reflectancia 18% su imagen también tiene que tener un 18%. Esta idea es atractiva pero los objetos de tonos alejados del que estamos midiendo se reproducen de diferente forma. Es decir, si nos vamos a por un gris en concreto, quizás consigamos reproducirlo igual pero los grises más claros seguramente se harán aún más claros y los más oscuros se reproducirán más oscuros. O lo que es peor: lo contrario, dependiendo del material en concreto usado.

Nosotros no vamos definir que es la exposición correcta. Simplemente vamos a considerar que la exposición «adecuada» es la que obtiene una densidad de apariencia adecuada para el ojo experto del lector. Es decir, que es la que da un tono considerado «correcto». Nótese que esto es mas un valor cultural que una definición científica. Podríamos no obstante especificar valores de densidad para aplicaciones específicas.

También podemos, y esto es lo mas científico que vamos a hacer, aunque se nos pueda antojar axiomático que la exposición adecuada es aquella tal que si en la escena caen E lux y el ajuste de exposición es un diafragma f y un tiempo de obturación t para una sensibilidad s la que cumple la relación:

$$E = \frac{269 \bullet f^2}{s \bullet t} \qquad \textbf{[EC-2:2]}$$

Donde s es la sensibilidad de la medida (la parte ASA del número ISO). f es el diafragma y t el tiempo.

También se puede escribir, en términos del valor de exposición.

$$E = \frac{269}{2} \bullet 2^{ev} \qquad \text{[EC-2:3]}$$

Capítulo 3

Un acercamiento a la luminotecnia fotográfica

Preliminares

Vamos a presentar lo que sería un cálculo básico de la iluminación necesaria para conseguir una exposición predeterminada. Se pretende introducir un esquema de actuación que podrá ser seguido o tenido en cuenta a la hora de enfrentarnos con el dimensionamiento de una instalación luminosa en un ambiente en el que se requieren exposiciones fotográficas. Esto es especialmente interesante a la hora de realizar fotografía de interior, calcular la iluminación para eventos públicos con cobertura televisiva (estadios de deportes, pasarelas, mítines, conciertos...) o cine.

A la hora de iluminar una escena debemos plantearnos el uso que vamos a hacer de la imagen, determinando así algunos de los posibles parámetros. De esta manera veremos que a veces nos vemos obligados a emplear un cierto tipo de película, o a emplear un diafragma concreto impuesto por una profundidad de campo, o un tiempo de obturación que difícilmente se puede variar (por ejemplo trabajando en cine con luces de halogenuros metálicos). Se trata no solo de colocar una iluminación a partir de una exposición dada sino también averiguar de antemano que se puede esperar de esta.

La secuencia de trabajo es siempre la misma, partimos de saber algo sobre lo que queremos, por ejemplo podemos tener impuesto un material (una sensibilidad) y el diafragma por cualquier razón. O bien podemos tener impuesta la velocidad de obturación. Sea como sea el caso es que tenemos un medio de conocer la iluminación (los lux) que vamos a necesitar a partir de los datos fotográficos. Así que del ajuste f y t conocemos los lux. Para conseguir estos lux hemos de calcular las candelas que emite la lámpara. Ahora pueden suceder dos cosas: que el fabricante de la bombilla nos dé la intensidad de la luz (las candelas), lo que únicamente sucede en los casos en los que la lámpara lleva incorporado un reflector (como las populares PAR64 o PAR36). O bien puede suceder que estemos empleando lámparas desnudas que se deben montar en una luminaria (reflector). En este caso el fabricante nos dice cuantos lúmenes emite la lámpara (el flujo) y el fabricante del reflector nos informará de las candelas con las que podemos contar.

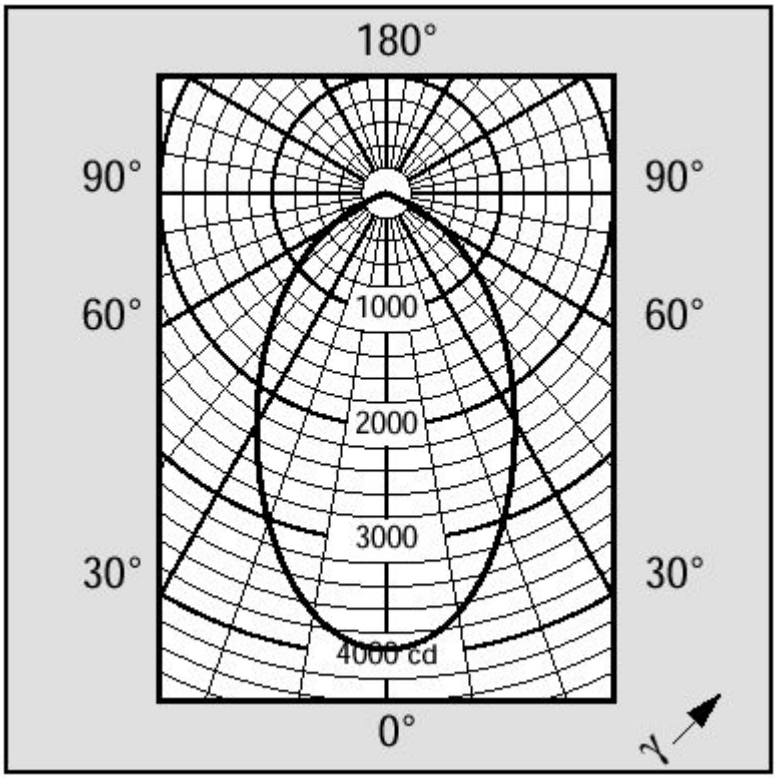
Cálculo del flujo

El fabricante de las lámparas puede darnos el flujo emitido por una lámpara aunque no siempre lo hace. A menudo da el rendimiento luminoso de esta. Si no sabemos el rendimiento luminoso de una lámpara podemos aproximarlo de la tabla adjunta. El rendimiento luminoso es el número de lúmenes que se generan por cada vatio de alimentación. Así si una lámpara incandescente cuyo rendimiento típico es de 18 lm/w tiene 2.000 vatios emitirá 2.000*18= 36.000 lúmenes.

Cálculo de la intensidad

El reflector en el que se monta la lámpara modifica la emisión de luz y la modifica geométricamente. Hace que la luz vaya en cierta dirección. La figura muestra una curva típica de un reflector. Las líneas radiales indican el ángulo sobre el eje siendo 0º justo enfrente de la lámpara. La curva es la línea de 1000 lúmenes e indica la cantidad de candelas que hay en la dirección del radio que corta. Las líneas circulares son las candelas. La curva fotométrica se da como gráfica de 1000 lúmenes para poder generalizar y no depender de un modelo de lámpara en concreto ya que la lámpara que se monte en el reflector puede emitir otra cantidad. Así para saber la intensidad emitida en una dirección basta multiplicar el número de candelas leídas en el semicírculo donde se corta a la curva fotométrica por el número de miles de lúmenes emitidos por la lámpara. Así en el ejemplo que estamos usando, si queremos saber la intensidad a 30º del centro debemos tomar el radio de 30º y vemos que el corte de la curva con este radio pasa el semicírculo que indica 10 candelas. Como decimos estas 10 cd son para cada 1000 lm emitidos. Como la lámpara emite 36.000 lúmenes hay que multiplicar 10 cd por 36.000 lm y esto son 360.000 cd.

Cálculo de la iluminación



Si conocemos la intensidad luminosa en una dirección (las candelas) la iluminación (los lux) se calculan dividiendo la intensidad entre el cuadrado de la distancia. Si ponemos la luz a 6 metros, en el ejemplo en que estamos donde calculamos la intensidad a 30º de la lámpara para lo cual hemos leído 360.000 candelas debemos dividir este número por 6 al cuadrado (36) lo que nos da 60.000 lux.

La iluminación se ve afectada por el efecto Lambert que viene a decir que la cantidad de luz que cae sobre un plano depende del ángulo que guarde el plano y la luz. De hecho la luz que cae sobre el plano será la calculada multiplicada por el coseno del ángulo que forman el plano (o sea el vector normal a el) y el rayo de luz. El efecto Lambert tiene una serie de consecuencias a la hora de emplear luces alejadas de la cámara. Esto se verá al tratar las técnicas de distancia en un próximo capítulo.

Un ejemplo real, iluminación de una pasarela:

Para la fotografía de pasarela se suele emplear focos halógenos incandescentes de 3200 kelvin. La película a emplear es para luz artificial, normalmente la Ektachrome 160 o la 320, de ISO 160/23 e ISO 320/26 respectivamente. Debido a la distancia del fotógrafo a la modelo se deben usar teles potentes, en torno a un 300 mm, esto hace que la velocidad de obturación esté sobre los 1/125 (si se emplea monopié para sujetar la cámara) o 1/250. Para garantizar un enfoco mínimo deberíamos poder colocar un f:4 o 5’6.

Vamos a calcular un foco para dar f:4 a ISO160/23 con t 1/125.

La iluminación será 269*4*4*125/160 y esto es 3360 lux.

Si colocamos una armadura de 3 focos a 4 metros sobre el suelo de la pasarela de manera que la luz caiga sobre la modelo y recorra una distancia de 4’5 metros (debido a la diagonal). Cada foco deberá aportar un tercio de la iluminación. Es decir 1120 lux.

Vamos a buscar un foco. En el apéndice podemos ver varios modelos de luces incandescentes de tungsteno. Vamos a coger un PAR64 de 125.000 candelas. Como el fabricante nos da directamente las candelas no tenemos porque hacer mas cálculos para buscar el flujo. Bien, 125000 candelas colocadas a 4’5 metros son: 125.000/4’5/4’5 (las candelas divididas por el cuadrado de la distancia) esto es 6.177 lux demasiados. Podríamos alejar las luces y dejarlas a una distancia en la que nos diera los 3360 lux una sola lámpara. Para ello, despejando la distancia tenemos que hay que hacer la raíz cuadrada de la división de las candelas entre los lux. Osea: 6 metros.

Supongamos que vamos a dejar la armadura a la distancia que está. La emisión de la lámpara debería ser el número de candelas suficiente para dar 3360 lux a 4’5 metros. El cálculo de qué lámpara necesitamos se limita a multiplicar los lux por el cuadrado de la distancia. O sea: 3360 x 4’5 x 4’5 y esto da: 68000 candelas. Una lámpara Phillips PF 217 con reflector incorporado nos ofrece 4000 candelas. Colocando dos de estas en la misma armadura y haciendo que cada dos cubran la pasarela al ancho conseguimos una iluminación de 3950 lux. Con lo que estamos algo por encima de lo que necesitamos.

Por supuesto necesitaríamos iluminar toda la pasarela, para ello deberíamos ver que área cubren estas dos lámparas y añadir tantas como sea necesario para iluminar el área completa de la misma. Aquí no hemos tenido en cuenta efectos como el de las sombras, tan importante. Al iluminar con dos focos estamos creando dos sombras cruzadas. Podríamos montar tres focos de manera que dos iluminen por delante y el otro por detrás de la superficie siguiente para matar la sombra del suelo. Pero el objetivo de este capítulo no es enseñar a iluminar una pasarela sino hacerse una idea de los pasos necesarios para ir de la exposición a la determinación de la luz.

Capítulo 4

Fotometría

Para conocer la exposición necesaria existen aparatos de medida que nos informan de la cantidad de luz existente en la escena. En luminotecnia existen dos grandes grupos de formas de medir la luz: la fotometría subjetiva y la fotometría objetiva. La primera emplea métodos de comparación de la luz a medir con algún tipo de referencia, donde es fundamental el papel del operador, ya que la medida será la que, a su juicio, corresponda; de ahí su nombre de fotometría subjetiva.

La segunda emplea aparatos, que dan una lectura directa. En fotografía se emplea este último método[2]. Los aparatos medidores se denominan fotómetros, aunque debido a que nos interesa la exposición,/ estos dispositivos suelen traducir las medidas luminotécnicas a fotográficas, por lo que muchos autores opinan que deberían ser llamados exposímetros. Un fotómetro es, pues, un aparato medidor que permite conocer la exposición necesaria para impresionar una foto.

Parámetros de la medidaParámetros de la medida

Básicamente hay 4 parámetros a relacionar: iluminación de la escena, sensibilidad de la película, diafragma y tiempo de exposición a utilizar. Por regla general las entradas al aparato son la iluminación (medida) y la sensibilidad. Según sean estas dos magnitudes el aparato proporciona una combinación de diafragma y tiempo de obturación.

Decir que lo que se mide es la iluminación de la escena es una verdad a medias: Podemos medir de 2 maneras: poniendo el fotómetro en la escena y orientándolo hacia la cámara, que es como se mide con un luxómetro y que nos indica la cantidad de luz que cae sobre la escena (los lux). O bien desde la cámara midiendo la luz que refleja la escena. Cada caso, realmente, mide cosas distintas, mientras en el primero se mide la iluminación de la escena en el segundo se mide el brillo.

Medición reflejada

Medir el brillo es problemático pero cómodo. Cómodo porque se mide desde la cámara y no hay que moverse. Problemático ya que depende no sólo de cuanta luz caiga sobre la escena sino también de lo que haya en esta lo implica juzgar que tonos tienen los objetos fotografiados y como se van a traducir en la película. Supongamos que en escena tenemos 1.000 lux. Esto es f:2’8 a t:1/50 para una sensibilidad ISO 100/21 , un valor típico de cine. Si abrimos a f:2 la escena va a salir mas clara. Si cerramos a f:4 más oscura. Así si hay un objeto blanco en escena el fotómetro medirá mucha luz, pero si hay uno negro medirá poca[3]. Para unificar criterios los fotómetros se calibran suponiendo que la escena devuelve el 18% de la luz que recibe. Este 18% se llama gris medio. De manera que si medimos con el fotómetro de la cámara una pared blanca al sol, el fotómetro indicará la exposición para traducirlo en gris medio, no en un blanco. Habrá que compensar abriendo algo el diafragma (estrictamente hablando alargando la exposición).

La forma de evaluar cuanto debe discrepar nuestro ajuste de la cámara con lo que diga el fotómetro es tema del siguiente apartado, de cualquier manera, la forma correcta de operar es poner el fotómetro en la escena y dirigirlo hacia la cámara. Esta forma de medir se llama medición incidente.

Medición incidente

Para medir por incidencia el fotómetro debe cubrirse con una caperuza (calota) traslúcida que homogeneiza la entrada de luz en el aparato.

Pensemos cinematográficamente: exterior día, dos personas, una blanca y otra negra, mantienen un diálogo. Se rueda en campo y contra campo. Medimos por reflexión y la cara del blanco requiere menos exposición que la del negro así que los primeros planos del blanco se hacen con un diafragma mas cerrado que los del negro. Estamos oscureciendo al blanco y aclarando al negro. Si hacemos un plano de ambos ¿cual de las dos medidas usaremos?. Ya sea que empleemos una u otra el otro va a dar un salto en su exposición. Esto se remedia midiendo por incidencia en cuyo caso cada tono queda en su sitio.

Tipos de fotómetros

Según la medida a realizar podemos distinguir entre fotómetros para luz continua y fotómetros para flash (flashimetros). Algunos modelos combinan ambos tipos en un mismo aparato.

La diferencia está en la inercia de cada tipo de aparato: la luz de un flash es un destello de muy corta duración y se necesita un fotómetro que sea capaz de detectar el pico de luz y medirlo, un fotómetro de luz continua ni se entera del flashazo debido a lo rápido de este y sin embargo un flashímetro mide la luz existente durante el destello, es decir la luz del flash más el ambiente.

Tipos de sensores

Existen varios tipos de células medidoras. Normalmente se trata de elementos que modifican alg n parámetro eléctrico que puede ser detectado por un circuito al que va conectado. Así las células de Selenio tienen un comportamiento fotovoltaico, esto significa que son pilas solares que dan electricidad cuando reciben luz. Otros elementos, como el sulfuro de cadmio tienen un comportamiento fotoresistivo. Es decir modifican su resistencia eléctrica según la luz que caiga sobre él. Esto supone que debe ser alimentado eléctricamente. O sea ponerle pilas o enchufarlo a la corriente eléctrica.

Sensibilidad espectral

La sensibilidad de la célula también tiene sus variaciones, así mientras un fotómetro de selenio, que como queda dicho es un generador fotovoltaico por lo que no llevan pilas, funciona mejor con la luz fuerte que débil, uno de cadmio es capaz de medir exposiciones con luces débiles. Además los de selenio tienen una sensibilidad espectral más uniforme que los de cadmio. La sensibilidad espectral ya la hemos mencionado al hablar del flujo luminoso. Significa que la sensibilidad de un sistema no es la misma a los distintos colores. Esto se va a traducir en que a distintos colores de la luz obtendremos distintas medidas. Normalmente en un buen fotómetro, los mejores de las mejores marcas, todos estos parámetros están compensados, por lo que son de fiar incluso con luces coloreadas o con objetos grandes de colores uniformes en la escena.

Previsualización

La Previsualización indica reparar en como se van a traducir a la foto los tonos y los colores de la escena. Sabemos que si usamos un material en BN ortocromático los rojos serán gris muy oscuro. Si BN pancromático el rojo será gris oscuro y si usamos un material BN con sensibilidad extendida al rojo será gris claro. Realmente la Previsualización es un acto que forma el primer tiempo del sistema de zonas. Este (el sistema de zonas) es un método que permite, mediante un estudio detenido de las tonalidades de la escena y unos procedimientos de revelado apropiados, traducir esta escena al papel blanco

y negro. Este no es un libro sobre sistema de zonas, para los interesados remitimos a la bibliografía; Sin embargo este sistema ofrece un vocabulario propio muy útil a la hora de hablar de fotometría, que convenientemente usado, permite una, mas fácil comunicación.

La previsualización del sistema de zonas, tal y como lo define Minor White se puede ver en la tabla 1.

Tabla 4-1

Zona 0: **Negro máximo que puede dar el papel.**
Zona I: **Sombras con poca luz, Habitaciones sin luz,**
Zona II: **Se comienzan a adivinar detalles.**
Zona III: **Sombras con detalle.**
Zona IV: **Hojas oscuras, piedra oscura, sombras en paisajes.**
Zona V: **Gris medio. Carta neutra de 18% de reflectancia. Piel oscura. Cielo.**
Zona VI: **Piel blanca al sol. Nieve en sombra. Edificios de hormigón con cielo nublado.**
Zona VII: **Detalle en las altas luces. Detalles de los trajes de novia. Paredes blancas con detalles. Nieve con luz rasante.**
Zona VIII **Superficies brillantes. Nieve con luz plana.**
Zona IX **Primer gris distinto del blanco del papel. Reflejos cromados.**
Zona X **Blanco del papel.**

A recordar siempre: Las sombras en zona III en BN, IV en diapo. Las luces en zona VII. La medida del fotómetro es para la zona V.

Para poder usarlo fuera de las copias en BN debemos modificarlo algo. Lo que se pretende es lo siguiente: Una escena se puede dividir en una serie de grados de tonalidad; según con el autor que topemos dividirá la escena de 10 a 12 zonas. Cada zona es un gris que se separa de la inmediata por un paso. Las zonas mas interesantes son la zona media (zona V) y aquellas en las que tenemos la sombra con detalle y la luz con detalle.

La zona V es la que se emplea para calibrar los fotómetros. Corresponde con un objeto que refleja el 18% de la luz que le llega.

La zona VII es, según este esquema, donde quedan las cosas blancas con textura reconocible, el encalado de una pared, el encaje blanco de un vestido de novia. La zona III es la primera sombra con detalle.

Debemos tener una precaución y es que este esquema está dado cuando la imagen final a obtener es una copia en papel en blanco y negro. Otras consideraciones se verán en el capitulo dedicado al control de contraste.

Bien, supongamos que cogemos nuestra cámara y enfocamos un edificio de hormigón. Medimos con el fotómetro de nuestra cámara ajustándolo en puntual. Con lo que medimos una pequeña parte de lo encuadrado. Aproximadamente lo que está en el centro del visor. Como se ve en la tabla el hormigón es zona VI. Como el fotómetro lee traduciendo a zona V. Si hacemos caso de el vamos a oscurecer 1 paso el edificio, por lo que lo correcto será abrir un paso.

Otro: La novia y el novio. Ella de blanco y encaje. El de negro y rayas grises. O sea ella zona VII y el zona III. Si medimos sobre ella habrá que abrir dos pasos (7-5) y si medimos sobre el habrá que cerrar dos pasos (5-3).

Obsérvese que hay dos objetos interesantes separados por cuatro pasos (7-3). Puede suceder que ella dé 1/125 a f:22 y el 1/125 a f:4. Con lo que realmente hay 5 pasos de diferencia. Si la foto fuera en BN uno de los dos debería ser sacrificado ya que se escapa del margen de contraste de sistema de impresión final. La forma de actuar para que pueda verse el detalle de ambos vestidos será objeto de otro capitulo.

Medir (bien) la luz

Hay dos maneras de emplear el fotómetro. Midiendo la luz que refleja la escena o midiendo la luz que cae en esta. Al primer procedimiento se le denomina medición de luz reflejada y al segundo de luz incidente.

Medición de la luz reflejada

Para medir la luz reflejada nos situamos en la posición de la cámara y dirigimos la célula medidora hacia la escena. Así medimos la luz que ésta refleja. Concretamente medimos el brillo del objeto particular que vea la célula. Un fotómetro nos indica la exposición necesaria para que el objeto sobre el que hemos medido nos de un gris de 18% de reflectancia en la copia final. Esto significa que si medimos la luz reflejada por un objeto blanco en la copia saldrá gris, oscureciéndose y si lo hacemos sobre uno negro saldrá del mismo gris, aclarándose. Luego debemos corregir la exposición dada por el fotómetro según nuestro criterio. Una buena partida es hacer uso de la previsualización del método de zonas. En concreto nos interesa la tabla de zonas, en la que se listan diversos objetos y en que lugar de la escala de grises quedan. Debemos tener en cuenta que esta tabla divide la escena en una serie de grises denominados zonas, cada una de las cuales lleva un número.

El fotómetro siempre nos va a indicar la medida del gris para la zona V. De manera que, si por ejemplo estamos midiendo sobre una cara, que está en la zona seis, deberemos cerrar un paso la exposición, ya que significa que la medida es una paso mas abierta que lo que debe ser. Es decir, restamos el nº de la zona en la que se debe ubicar el gris de 5. El valor de esta diferencia indica el nº de pasos a abrir o cerrar la exposición. Si el nº es positivo (si la zona indicada en la tabla es mayor que 5) se debe abrir la exposición. Si es negativo (osea, si el número indicado en la tabla es menor que 5) se debe cerrar.

Una forma de hacer independiente la medida es realizarla sobre un objeto de reflectancia conocida y segura. Lo mejor es una tarjeta de gris medio. Esta es una hoja gris que da directamente zona 5. Para usarla se pone en la escena, se mide sobre ella y se quita de la escena. La medida se puede utilizar directamente y sin corregirla.

Medida de luz incidente

Para medir la luz incidente se debe colocar el fotómetro en la escena con el sensor dirigido hacia la cámara. (En esto hay discrepancias, hay quien prefiere dirigirlo hacia la fuente de luz principal y quien prefiere dirigirlo al punto medio entre la cámara y la fuente de luz principal). El sensor se debe tapar con una pieza (la calota) translúcida que nos permite medir la luz que llega a la escena desde todas las direcciones y no solo la que refleja el operador. La medida dada es la correcta para un tono gris medio y no hay por que alterarla.

Consideraciones a tener en cuenta

En cine a menudo se miden los lux que llegan a la escena. Para pasar de lux a diafragmas podemos emplear alguna de las numerosas tablas existentes (como la del apéndice) o calcular a partir de la función que relaciona lux, diafragma, tiempo y sensibilidad.

Cuando se emplea una iluminación general, la luz de base a partir de la cual se crea la composición de luces, se acostumbra a medir la iluminación (o la exposición) en el centro del foco (la máxima) y luego moverse lateralmente hasta que la luz cae a la mitad. Es decir un paso. Toda la zona que va es de la máxima iluminación hasta la mitad por ambos lados es la zona cubierta por el foco. El ángulo que se abarca desde el foco hasta estos puntos de iluminación mitad es el ángulo cubierto o cobertura del foco. A la hora de añadir otro foco debe cuidarse que coincidan las zonas cubiertas por sus bordes. Es decir que ambos focos se coloquen de manera que den una luz uniforme, ya que en el límite de uno (la mitad de luz que en el fondo) se suma la luz del límite del otro con lo que dos mitades hacen un entero.

En estudios de televisión y cine es de esperar que la diferencia de luces medidas verticalmente (como medimos los fotógrafos) no sea superior a un paso y que la relación de las medidas horizontalmente (como mide un arquitecto o un técnico de luces: con el fotómetro apuntando al techo y no a la cámara) no debe ser superior a un paso y dos tercios (una relación de luces 1:3).

Capítulo 5

De la exposición

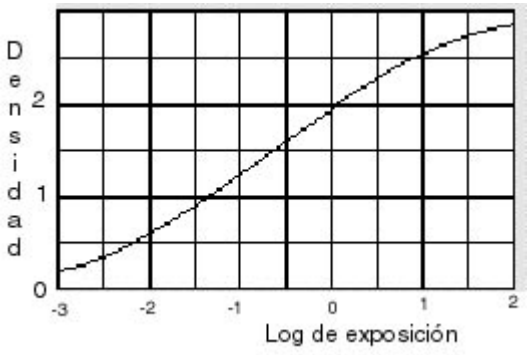
Pensando en el sistema de zonas

Vamos a tomar decisiones basándonos en el sistema de zonas. Por ejemplo tengamos la película en blanco y negro siguiente:

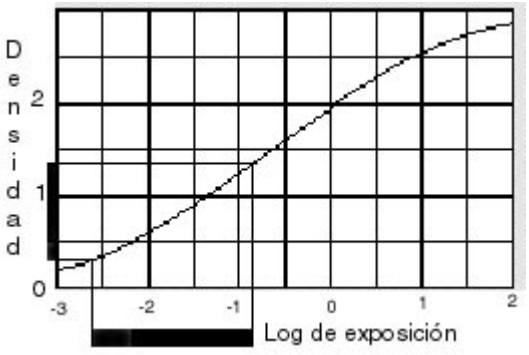
Fig. 5.1

Se trata de una película negativa de ISO 400/27 (si midiéramos la exposición correspondiente a 0'1 por encima del nivel de velo valdría aproximadamente -2'7).

Ahora supongamos una escena en la que las luces están 6 pasos por debajo de las luces. Para saber cuantos espacio abarca en el eje horizontal de la curva (logaritmo de exposición, belios) podemos multiplicar el número de pasos por 0'3. Así 6x0'3 es 1'8. Ya sabemos cuanto espacio de la horizontal hay que colocar estos 1'8 belios en la horizontal, eso es lo que hacemos ajustando la cámara. La siguiente gráfica presenta una posibilidad de ajuste de la cámara.

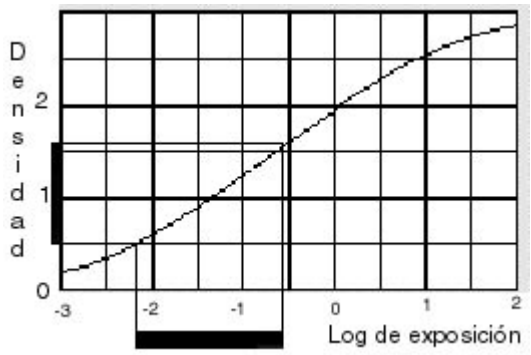


Como recordaremos de la escena nos interesan cinco cosas: Lo más oscuro, lo oscuro con detalle (las sombras), el gris medio, el blanco con detalle y lo más blanco. De estas cinco cosas las más interesantes van a ser la sombra con detalle (zona III) el gris medio (zona V) y el blanco con detalle (zona VII). Por ahora vamos a olvidarnos de la idea antes comentada de que las zonas están separadas por un paso. Solo nos van a interesar las zonas como división de la gama de brillos y no les vamos a dar un "tamaño", esto es nos interesan cualitativamente y no cuantitativamente.



Bien la primera opción es situar las sombras con detalle lo mas a la izquierda posible. Esto es una opción muy común ya que al colocar hacia la izquierda la exposición aprovechamos la sensibilidad. Es decir, empleamos una obturación más alta que con otras decisiones y con un diafragma mas cerrado. La zona de sombra la hemos colocado casi en el valor -2'7 de logaritmo de la exposición. Esto es al borde mismo de la zona "útil" de la curva. Así hemos dado la mínima exposición posible para obtener la foto. El gris medio se ha traducido en un valor de densidad 0'7 lo que está muy bien (el valor idóneo está entre 0'6 y 0'85 en negativos y entre 1 y 1'4 en diapositivas). La escala tonal de la escena ocupaba 1'8 unidades de logaritmo de la exposición (de -2'7 a -0'9) y se ha traducido en unas densidades de 0'3 a 1'3. Osea 1 valor de densidad lo que supone 3 pasos y un tercio (fruto de dividir 1 entre 0'3). Así que los 6 pasos de la escena (el *contraste de escena*) lo hemos convertido en 3 pasos (el *contraste de imagen*). Operando de forma análoga durante el copiado deberíamos restituir (si ello es posible) la gama tonal de la escena pero empleando ahora como original el negativo (es decir, en el logaritmo de la exposición tendríamos la escala de densidades del negativo y el la densidad de la foto tendríamos la de la copia positiva en papel), pero esto será tema de un próximo artículo.

Si cerráramos mas el diafragma o disminuyéramos el tiempo de obturación (y aún no hemos dicho como lo ajustamos a partir de la curva) estaríamos reduciendo la exposición y por lo tanto echando para la izquierda la recta roja que representa la gama de la escena. Las sombras quedarían por debajo del punto de sensibilidad (el -2'7 es el ejemplo) y todo lo que estuviera a la izquierda de este punto sería una masa oscura sin detalle. Por el contrario si abrimos mas el diafragma o aumentamos el tiempo de obturación llegaríamos a algo así:



Ahora hemos aumentado la exposición un paso (la recta roja que marca la gana de brillos de la escena se ha movido 0'3 a la derecha). Como hemos abierto un paso el diafragma o hemos aumentado un paso el tiempo de obturación estamos "desaprovechando" la sensibilidad, lo cual no es sino un dato a tener en cuenta sin la menor importancia (a no ser que actuemos siempre así y nos empeñemos en comprar objetivos muy luminosos). Ahora la línea vertical que marca los tonos realmente escritos en la foto se ha movido hacia arriba, esto es, el negativo es más denso (sería menos si fuera diapositiva). Los seis pasos de la escena los hemos convertido en 1'2 unidades de densidad, o sea 4 pasos en la foto con lo que hemos aumentado la gama tonal (el "número de tonos") de la foto, se supone que esto "es bueno". El gris medio ahora está mas cerca del centro de la gama tonal de la foto que en el caso anterior y viene a valer 0'8, por lo que todavía es aceptable. El gris máximo, y por tanto los blancos están situados en la zona recta de la curva y tienen una densidad 1'5 lo que está muy bien. Como casi toda la escena la hemos dejado caer sobre el tramo recto de la curva la separación de tonos es casi igual a lo largo de toda la gama tonal, al contrario que en el caso anterior en el que al emplear la parte curva del talón los tonos oscuros se apretujaban en este tramo, comprimiéndose. Luego la separación tonal ha sido mejor en este segundo caso.

Ahora bien ¿como podemos saber en que parte de la curva estamos trabajando?. Según nuestras ecuaciones habituales (la ecuación "iluminación en el interior de la cámara" apéndice D)

$$E_c = \frac{0'23\rho \cdot E_e}{f^2}$$

para ajustar la cámara según los datos del primer caso:

1º Obtenemos los datos midiendo con el fotómetro sobre un gris medio o por incidencia. Supongamos que tenemos 1000 lux en escena y un tiempo de exposición de 1/125. El fotómetro marca t:1/125 f: 3'5.

2º Supongamos que la sombra tiene una reflectancia del 4%. Esto es está a 2 pasos y un sexto por debajo del gris medio. Para saber esto podemos conocer la reflectancia ya que sabemos cual el material en sombra y miramos el valor correspondiente en una tabla o bien medimos por reflexión sobre dicho material y comparamos la medida con la del gris medio. Si hemos hecho esto último conocemos la diferencia entre la sombra y el gris medio en pasos. Para saber la reflectancia podemos elevar dos al número de pasos de diferencia y multiplicarlo por 0'18 (reflectancia del gris medio).

3º Queremos que la sombra esté en el valor H (logaritmo de exposición) -2'7. Para un tiempo de obturación de 1/125 la iluminación debe ser de 0'25 lux. Luego despejando en la ecuación de la iluminación interna el diafragma tendremos:

$$f = \sqrt{\frac{0'23\rho \cdot E_e}{E_c}}$$

$$f = \sqrt{\frac{0'23 \cdot 0'04 \cdot 1000}{0'25}} = 6$$

Como se ve, mientras que la exposición recomendada era de t:1/125, f:3'5 la exposición calculada para aprovechar al máximo la sensibilidad es con f:6. Es decir cerrando un paso y medio sobre la anterior.

Para operar de esta manera hay emplear una serie de cálculos que nos ocupan un tiempo y un esfuerzo. Por regla general nadie trabaja así a no ser que nos pongamos muy pesados y tengamos tiempo y ganas. Quizás en Cine o en una producción fotográfica muy meditada podamos hacer este tipo de cosas que podemos acelerar mediante horquillado, osea haciendo varias tomas de la escena con diferente diafragma y seleccionando la que más nos satisfaga.

Procedimiento general

Por lo general lo que debemos hacer para medir por reflexión es conocer que valor de brillo tiene el objeto sobre el que medimos (al que apuntamos con el fotómetro). No nos interesa el brillo en unidades físicas (apostilbs) sino que nos conformamos con saber cuanto difiere del gris medio fotográfico en pasos de forma que compensemos con el diafragma (o el tiempo de obturación) la diferencia.

Para medir de esta manera debemos conocer la exposición para el gris medio. Eso lo podemos saber bien midiendo por reflexión un objeto de esta tonalidad (como las tarjetas grises que se fabrican para este propósito) o bien midiendo la exposición por incidencia (osea colocándonos en la escena con el fotómetro). Una vez tenemos la medida del gris medio apuntamos el fotómetro al sujeto sobre el que queremos medir y vemos la diferencia en pasos entre éste y el gris medio. Si el sujeto es n pasos mas oscuro que el gris medio (la exposición por tanto sale menor) hay que cerrar n pasos el diafragma. Por el contrario si el sujeto es mas claro hay que abrir el número de pasos de diferencia.

Al igual que hay tarjetas grises que reflejan el 18% y se hay tarjetas negras que reflejan el 3% y blancas del 90%. Estas marcan puntos dos pasos y medio por debajo y por encima del gris medio.

Uno dirá que si ya hemos medido el valor del gris para que nos vamos a molestaren averiguar el de la sombra. Ciertamente es un trabajo doble a no ser que estemos interesados precisamente en el motivo no-gris medio.

Lo anterior se hace diciendo que medimos la “zona” en la que cae el objeto y diferenciándolo de 5. Por ejemplo si el gris medio (zona V) es 1/125, 5’6 y otro motivo interesante es 1/125 2’8 la diferencia de exposición es de 2 pasos. De manera que el objeto oscuro está en zona III (5-2). Si colocamos el diafragma a 2’8 habremos puesto el objeto oscuro como gris medio y el gris medio como blanco. Esto se puede arreglar durante el copiado si estamos trabajando con negativo (a condición de que no nos hayamos ido demasiado alto en la curva y estemos lavando los blancos) pero en el caso de la diapositiva que no va a haber un proceso posterior (aunque hoy día y en la práctica esto no deja de ser algo inexacto) no tenemos esta libertad de situar los tonos donde queramos y compensar en el copiado ya que la diapositiva es un medio final y no intermedio. Además aún habría que estudiar el efecto de la exposición no sobre la densidad, sino sobre la saturación de los colores. Por lo que puede que esta forma de trabajar tampoco sea idónea para los negativos en color.

En las secciones siguientes vamos a intentar sistematizar el proceso de decisión del ajuste de exposición mediante el estudio, en primer lugar de las posibilidades de la película, seguido de la evaluación conjunta de ésta junto con la escena.

Estudio de una curva característica

Veamos la curva característica de un material sensible. Vamos a traer la curva característica de un negativo en blanco y negro pero lo que digamos en realidad puede ser dicho sobre cualquier otro tipo de sensor.

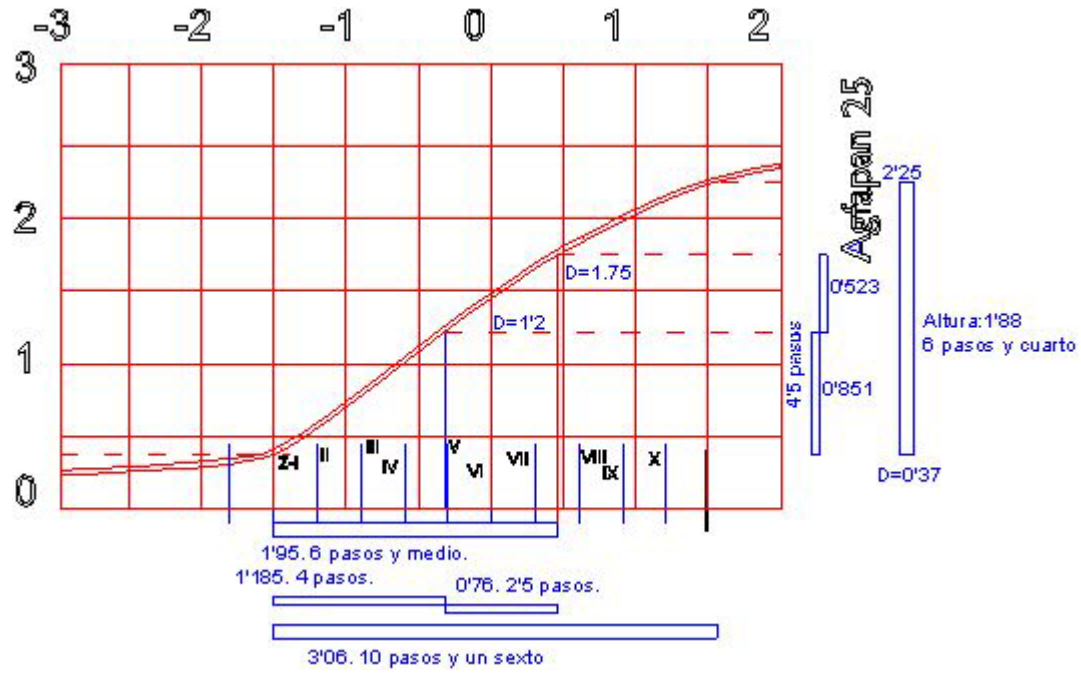
La curva que se muestra a continuación pertenece a una película de baja sensibilidad en blanco y negro. En concreto de la Agfapan APX 25, de sensibilidad ISO 21/15. Sobre esta curva he representado ciertos valores y rangos que me parecen interesantes.

En la parte inferior hay tres rangos expuestos. El primero y el segundo desde arriba representan la amplitud de visión del ojo, su «ancho de banda» aunque realmente lo sea de nivel. su extremo izquierdo corresponde a un negro de 1% (realmente un 1’118%) de reflectancia mientras que el derecho a un blanco del 90% de reflectancia. El punto izquierdo se ha alineado con el punto de sensibilidad de la película. Es decir, el punto del logaritmo de la exposición en que la densidad correspondiente es 0’1 mayor que la densidad mínima. Así establecemos el primer gris que podemos ver después del negro. El extremos derecho corresponde a un blanco del 90%. Como se puede leer en la curva el rango dinámico es de 6 pasos y medio.

La segunda línea, la del escalón representa lo mismo que la anterior: el rango dinámico del ojo, pero en este caso he diferenciado las sombras de las luces estableciendo el escalón exactamente en el gris medio del 18%.

Como se puede apreciar, desde el primer gris al gris medio hay una longitud de 1’83 unidades de logaritmo de exposición que corresponden a 4 pasos. El escalón bajo representa pues los grises mas claros que el gris medio. Podemos llamar a la linea izquierda «de sombras» y a la derecha «de luces». La extensión de las luces, como se ve es de 2 pasos y medio. Luego el gris medio realmente no es un gris medio. En concreto para el caso representado: negro a 1% y blanco a 90% el gris medio correspondiente sería del 10%. Pero se supone (si el señor Peter K. Burian nos lo permite decir) que el gris del 18% es el valor con el que se calibran los fotómetros y por tanto nuestra referencia de medida.

Sobre la línea de logaritmo de exposición (H) he representado las zonas de manera que la zona I corresponda al punto de sensibilidad. La zona 0 por tanto es artificiosa y representa solo un paso menos que la sensibilidad (0’301 H). Como se ve el 18% corresponde aproximadamente al inicio de la zona V (realmente está un pelín por debajo).



Como se puede apreciar el gris medio está a 1’2 (prácticamente) H de la zona I y tiene una densidad de 1’2. El blanco del 90%, osea nuestro límite práctico de visión, corresponde a la zona VII, podríamos decir que es zona 7’5 y esto es prácticamente el último blanco que podemos percibir antes de los reflejos cromados y demás exageraciones brillantes. La densidad correspondiente al blanco 90 es de 1’75.

A la derecha, en la línea vertical y la mas cercana a la curva vemos la proyección del rango dinámico del ojo a través de la curva. Naturalmente que en este punto los valores representados son los de la película apx25 en concreto y según dice el fabricante, distintas emulsiones y distintos revelados pueden dar lugar a distintas curvas, pero nos sirve para saber por donde andamos. De hecho como podemos ver el rango dinámico total se ha reducido a 4’5 pasos. De manera que los 6’5 pasos que vemos se traducen en 4’5 en la película. Esto lo podemos interpretar como que cada paso y medio (realmente cada 1’4) de la escena se va a traducir en 1 paso en la película, con lo que tenemos una relación mas efectiva para controlar el contraste. Además, cualquier brillo de la escena que esté a mas de 6’5 pasos de la sombra se verá simplemente como una mancha blanca en el ojo pero podría tener detalle en la película.

De hecho el margen dinámico de la película es el representado por la línea inferior. Esta se ha trazado siguiendo el criterio generalmente aceptado de situar el comienzo 0’1 densidades por encima de la mínima (el velo y base y demás) y el punto mas alto a 0’1 densidades por debajo del valor mas alto de la densidad (el hombro). Esto revela que la dinámica de la película es de 10 pasos. Con o que empezamos por justificar la división de 10 zonas que hace Ansel Adams (y yo que lo criticaba tanto...). Estos 10 pasos de escena se proyectan sobre la película en un rango de 6 pasos y cuarto. Con lo que podemos mantener que 1’5 pasos (realmente 1’6) de escena se traduce en 1 paso de película. Esto nos va a servir como punto de partida para evaluar los ajustes de contraste que podemos hacer a la hora de enviar un trabajo. (Hay que recordar que los típico es admitir que un papel de imprenta bueno viene a dar 4 pasos, uno medio 3 y uno malo, como el de periódico solo 2. A partir de estos valores puedo rehacer el planteamiento sobre luces de relleno para compensar un contraste).

En la parte inferior se pueden ver tres líneas. La primera, la mas alta, corresponde al rango dinámico de la visión. Como se aprecia nuestros ojos son capaces de ver una gama de 6 pasos y medio en condiciones estáticas. La segunda línea, la quebrada, es la misma que la anterior pero marcando el punto del gris medio del 18%. Como se ve este punto no está en el centro de la escala, por lo que no es el gris medio, de hecho esta a 4 pasos del límite de negros del ojo y a 2’5 pasos del límite de blancos.

La escala inferior marca el rango dinámico de escena de esta película en particular. O sea lo que hemos dado en denominar en la sección anterior el contraste de medio. Es 10 pasos y un sexto. El criterio para determinarlo ha sido el habitual de considerar la curva por encima de 0'1 valores de densidad sobre la densidad mínima y 0'1 valores de densidad por debajo de la densidad máxima.

Cualquier escena la vamos a representar trazando una escala similar a las anteriores en la horizontal y ajustándola de manera que ni nos pasemos del punto de sensibilidad ni del superior. Lo que hemos dado en denominar límite de negros y límite de blancos.

El gris medio del 18% queda a 1'18 unidades de logaritmo de la exposición (que yo estoy tentado de llamar belios y por tanto el gris zona V se sitúa a 11'8 decibelios) a la derecha del límite de negros (punto de sensibilidad). Esto son prácticamente 4 pasos. Si el punto de sensibilidad es la zona I entonces el gris medio queda en la zona V, justificándose su nombre dentro del sistema de zonas.

Como sabemos este valor de gris es el que se toma para realizar las medidas fotométricas.

De la toma de decisiones

Criterios de exposición

La exposición debe estar orientada por dos fines:

1. *Reproducir los tonos medios en la zona de máxima relación señal ruido.*
2. *Reproducir toda la gama tonal de la escena.*

Es decir, dos son los criterios a seguir para decidir la exposición. De un lado la colocación de los tonos medios. Lo que podríamos llamar el criterio de tono, que es el mas habitual. Y por otro lado conseguir que las sombras y las luces de la escena también estén reproducidas. Lo que podríamos llamar el criterio de gama.

Criterio de tono. La exposición recomendada

La exposición recomendada para un objeto gris neutro con un factor de reflexión del 18% iluminado por E lux debe cumplir la ecuación siguiente:

$$E = \frac{269 \cdot f^2}{s \cdot t}$$

Donde s es la sensibilidad ANSI, t el tiempo de obturación en segundos, f el número f y E la iluminación de la escena en lux (ojo, iluminación de la escena, no de la película).

La definición es, por tanto, axiomática. Esto es así, y nos lo tenemos que creer.

Conociendo la luz de la escena y despejando en la expresión anterior obtenemos:

$$s = \frac{269 \cdot f^2}{E \cdot t}$$

Sensibilidad que debemos cargar si sabes el diafragma, el tiempo de obturación y la iluminación del lugar.

$$t = \frac{269 \cdot f^2}{s \cdot E}$$

Tiempo de obturación recomendado para un diafragma f, sensibilidad ANSI (ASA) s e iluminación de la escena E.

$$f = \sqrt{\frac{s \cdot t \cdot E}{269}}$$

Diafragma recomendado para una sensibilidad s, tiempo de obturación t, e iluminación de la escena E (en lux).

En función del valor de exposición la relación queda:

$$E = \frac{269}{s} \cdot 2^{ev}$$

Algunos ejemplos de cálculo

1- Supongamos una toma de cine. Tenemos un interior y queremos conseguir un diafragma f:5'6. Empleamos película de ISO 500. El tiempo de obturación típico de cine es de 1/50. ¿Cuanta luz debemos pedir?:

$$E = \frac{269 \cdot f^2}{s \cdot t} = \frac{269 \cdot 5'6^2}{500 \cdot \frac{1}{50}} = 844 \text{ lux.}$$

2- Vamos a hacer una fotografía en un interior que está iluminado con 150 lux. Vamos a emplear la película mas lenta posible dado que estamos trabajando para una publicación de decoración y la nitidez y la falta de grano son esenciales. Nuestra cámara es dispone de un objetivo para interiores que abre a f:4. ¿Se puede hacer esta foto sin añadir luz?.

Veamos. El tiempo de obturación máximo para una película antes de que comience a notarse el defecto de reciprocidad es de 1/10 de segundo cuando la película es de luz día. Vamos a suponer que trabajamos con una diapositiva como la Ektachrome 50 T de ISO 50/18 y vamos a calcular el tiempo de obturación a ver si no nos pasamos:

$$t = \frac{269 \cdot f^2}{s \cdot E} = \frac{269 \cdot 4^2}{50 \cdot 150} = 0'57 \succ 0'1$$

El tiempo de obturación es de 0'57 segundos. Deberíamos mirar una tabla de compensaciones y corregir la exposición. Trataremos esto algo mas adelante. Luego no podemos hacerla foto en las condiciones expuestas. Podemos pasarnos a una sensibilidad mayor (en este caso a 160 que quizás no cumpla los requisitos de nitidez) o añadir luz para completar la exposición (tema de otro artículo). También podríamos emplear un negativo como el Vericolor IIL que es una película de ISO 80 calibrada para tiempos largos que nos va a dar buen resultado en el margen de 1/10 a 10 segundos.

3 En el problema anterior calcular el objetivo mas luminoso que cumple los requisitos de t:1/10, E=150 lux, sensibilidad =ISO 50.

$$f = \sqrt{\frac{s \cdot t \cdot E}{269}} = \sqrt{\frac{50 \cdot \frac{1}{10} \cdot 150}{269}} = 1'7$$

4 Vamos a cubrir un partido de fútbol que se va a celebrar de noche. Nos indican que la iluminación en el campo es de 1400 lux. Debido al tamaño del campo debemos llevar un teleobjetivo de 300mm a f:2'8. ¿Cual es la sensibilidad mínima de la película a emplear si queremos tirar a t:1/60?

$$s = \frac{269 \cdot f^2}{E \cdot t} = \frac{269 \cdot 2'8^2}{1400 \cdot \frac{1}{60}} = 90'3$$

Luego podemos tirar con película de ISO 100/21.

Como sabemos el fotómetro nos va a sugerir una exposición basada en un tono medio, de manera que si hemos medido sobre un objeto este va a reproducirse como un gris independientemente de que sea blanco o negro.

Estudio de la gama

Ya en la sección anterior, exposición básica, tuvimos oportunidad de atisbar como decidir que exposición dar y cuales eran las consecuencias. Realmente no hay mucho que añadir a lo dicho allí, solo realizar los mismos razonamientos con la curva característica en la mano. Por supuesto esto lo vamos a hacer muy pocas veces en la realidad y por lo general trabajaremos a partir del conocimiento que tengamos del material sensible con que trabajemos.

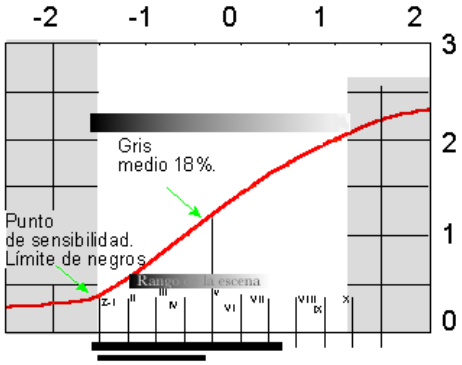
Lo esencial es conocer cual es el margen dinámico de entrada. Osea, cual es el contraste que puede aceptar nuestra película. Podemos estudiar las curvas características de forma semejante a como se hizo en el apartado “estudio de una curva característica” con que se abre esta sección. Para ello cogemos la curva que nos interesa y marcamos, en el eje horizontal, el tramo que hay desde que la curva vale 0’1 valores de densidad por encima del mínimo hasta el punto en que vale 0’1 por debajo del máximo. Miramos la longitud de este segmento. El contraste de medio (en entrada) es esta longitud dividida entre 0’3. Así si la longitud es de 2’5 tendremos 8 pasos y un tercio.

Sin embargo las curvas características no siempre son una fuente muy fiable. Son curvas promedio que pueden no coincidir con el comportamiento del lote de fabricación que hemos comprado. O, mas frecuentemente, la curva real depende de como revelemos. Si empleamos siempre un mismo método, como por ejemplo revelar el color siempre en el mismo laboratorio de confianza, podemos llegar a deducir el comportamiento después de un par de carretes.

Para comenzar podemos hacernos a la idea de que una fotografía no debería tener mas de 6 pasos. Si vamos a tirar para una revista quizás debamos bajar el contraste de medio a 4 pasos y un tercio. Para rodajes de televisión el contraste será de 4 pasos y para cine de 6 pasos nuevamente.

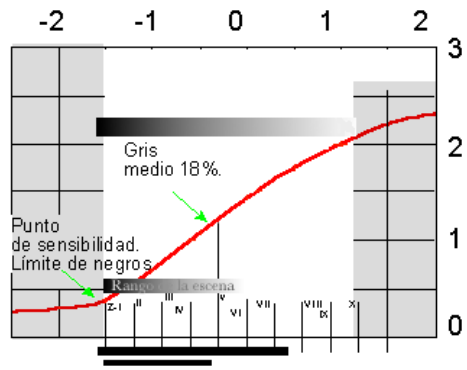
Para poder tratar con el criterio de gama debemos tener en cuenta el margen disponible para ajustar la exposición. Vamos a recuperar la curva que estudiamos más arriba.

Si resto a la amplitud de la escena real mas uno (la que en ese momento tengo frente a mi cámara) la amplitud total de la película (los diez pasos en este caso) tendría el número de pasos de que dispongo como margen de maniobra. Por ejemplo, si una escena tiene 4 pasos entre lo mas oscuro y lo mas claro y yo dispongo de 10 pasos luego tengo siete pasos para maniobrar. Si trabajara en color (habría que estudiar el margen dinámico de la película típica en color, pero vamos a suponer por el momento que es también de 10 pasos) quizás no podría emplear todo este margen de maniobra ya que la saturación de los colores finales se vería afectada (este es un campo de trabajo en el que he visto pocas cosas publicadas), quizás por el distinto contenido de gris (densidades iguales de los tres colores primarios empleados y que representan un porcentaje distinto según el nivel de exposición respecto del color «puro»).

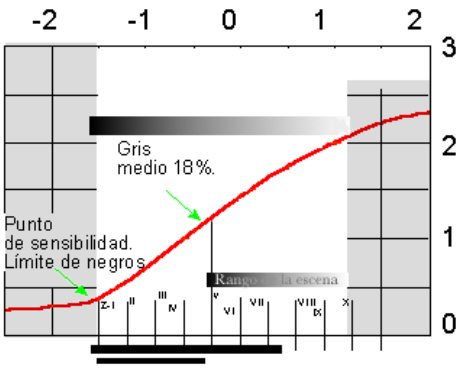


Pero en blanco y negro puedo establecer la gama de grises que quiera actuando sobre la exposición en la ampliadora. La alteración realmente visibles en cada caso de exposición (si la doy por la parte baja, media o alta) sería debido a: el nivel de ruido de fondo (velo en las zonas bajas de la curva y grano en las altas) y la distinta compresión de los tonos ocasionada por la forma de la curva (en la zona baja se comprimen las sombras, en la media se supone que hay un comportamiento lineal y en la alta se comprimen las luces). Ni por asomo me creo lo de que se pierda detalle en las luces ni en las sombras por irme hacia arriba o hacia abajo si actúo dentro de la curva, que otra cosa es sacar las luces de la curva y colocarlas en el hombro o mas allá.

Por ejemplo. Tenemos una escena en la que mido un gris medio y me da un f:4 a t:1/125. Mido la parte mas clara de la escena y resulta ser f:8 a t:1/125 (2 pasos) y la parte mas oscura me da un f:1'4 a t:1/125. Así que tengo 5 pasos de contraste en escena de manera que el gris medio está en el 3er paso. Lo que me deja 2 hasta el blanco



Puedo exponer para el gris medio (ver figura superior). Pero el rango de la película es de 10 pasos de manera que tengo 10-5=5 pasos de margen. Teóricamente puedo bajar la exposición aumentando el número f o el tiempo de obturación hasta 1 paso (comenzamos a contar en Zona I no en Zona 0). Si hago esto, poniendo por ejemplo f:5'6 a t:1/125 habré corrido toda la gama un paso a la izquierda de la curva. Dejando la sombra, que era tres pasos menor que el gris medio (digamos zona 2) en zona I. Y no hemos perdido ningún detalle en sombra, solo la hemos comprimido. (figura inferior).



También podemos aumentar la exposición. El blanco de la escena está dos pasos por encima del gris medio (zona VII) de manera que hasta llegar al punto mas alto del rango de la película (0'1 por debajo del hombro) tenemos aún 4 pasos. De manera que vamos a colocar el blanco en la parte mas alta. Esto lo hacemos abriendo la exposición 4 pasos: f:1'4, t1/125. Y el blanco mas blanco de la escena queda por debajo del punto límite superior. Y por tanto no hemos perdido ningún detalle.

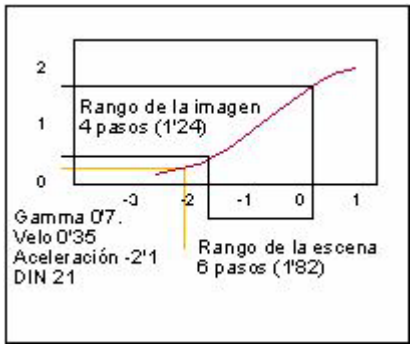
Si trabajamos en blanco y negro el primer negativo queda algo claro, el segundo bastante denso, pero ambos tienen detalle en toda la escena.

Si no se puede obtener no es por problema de exposición sino o problema durante el copiado.

Latitud negativa

También puede suceder que el contraste de la escena sea mayor que el del material. En este caso las sombras y las luces se salen del margen de la película. Por ejemplo la escena tiene desde los blancos con detalle a los negros con detalle 6 pasos y vamos a tirar con vídeo que, como ya sabemos, solo admite 4 pasos.

El contraste de medio tiene dos aspectos: el contraste de entrada y el de salida. Una película recoge unos tonos y los transforma en otros. Por lo general la gama de tonos que podemos ver en la película es mas pequeña que la que recogimos. Esto es debido a que la curva característica tiene una inclinación inferior a 45º. Para hablar de esta capacidad de comprimir los tonos se emplean varios indicadores, denominados en general indicadores del contraste. Son la gamma, el índice de contraste, el gradiente medio y otros semejantes que trabajan diciéndonos mas o menos que ángulo tiene la curva. No vamos a entrar a ver los indicadores de contraste solo recordar que por lo general hablan en términos de la tangente del ángulo antes que del ángulo en sí. De esta manera un indicador de contraste de valor 1 significa que la recta que se ha considerado para medirla y que caracteriza a la emulsión tiene un ángulo de 45º.



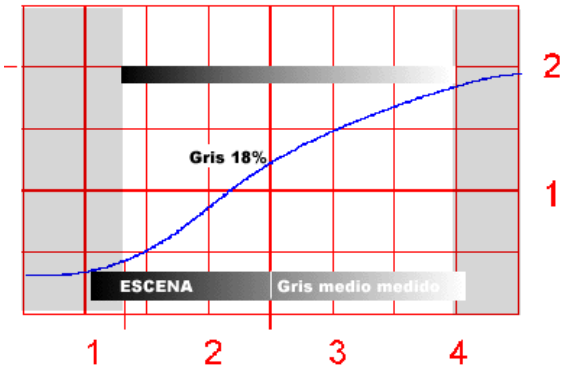
La ventaja de trabajar con las tangentes de los ángulo y no con el valor de estos es que nos dan una idea de como se comprimen los tonos. Por ejemplo si la gamma (indicador de contraste que mide la inclinación de la parte media, por lo general recta, de la curva) vale 0’7 (un valor, por lo demás, típico) significa que los tonos de entrada de la película se comprimen un 70%, (osea un 0’7). De manera que si en la escena hay 6 pasos la película registrará estos 6 (si puede) como 6x0’7 que son 4’2, que es lo que vemos en la película.

De manera que el contraste de escena es mayor que el contraste de medio habrá tonos que no se representarán de ninguna manera al quedar confundidos. Por ejemplo, una hoja de papel de una revista mensual de calidad tiene un contraste de unos 4 pasos. Si tiramos con una película que tiene una gamma de 0’7 significa que el contraste máximo de la escena sería 4/0’7, 5’7 pasos. Este es el contraste de medio que debemos tener a la hora de hacer la foto. De hecho una película de blanco y negro viene a darnos 8 pasos. Ahora supongamos que trabajamos con una película que nos ofrece 6 pasos de contraste de medio, por ejemplo una diapositiva. Lo que queremos decir es que esta diapositiva coge hasta seis pasos de la escena y los comprime en 4’2. Si la escena tiene 7 pasos nos sobra uno. Este uno se pierde. Exactamente qué vamos a perder de la escena depende de la decisión que tomemos a la hora de ajustar nuestra cámara.

Como en el caso anterior hay infinidad de exposiciones a dar, pero hay tres que son las mas interesantes.

La primera consiste en medir para un gris medio (por ejemplo por que lo haya en la escena o porque hemos medido por incidencia) y exponer para él. Es lo que hacemos en el siguiente ejemplo. La curva en esta ocasión es la de la película Ilford xp2 Super.

Como se puede apreciar el gris medio de la escena lo hemos ajustado con el gris medio de la película. Para hacer esto solo hay que seguir las indicaciones del fotómetro si hemos medido sobre un gris medio o hemos medido por incidencia. La dinámica de entrada de la película, osea su contraste de medio de entrada, es de 9 pasos pero la escena tiene 10. El contraste de salida se lee en la vertical y vale 6 pasos y un tercio, por lo que la pendiente de transmisión es de 0’79.

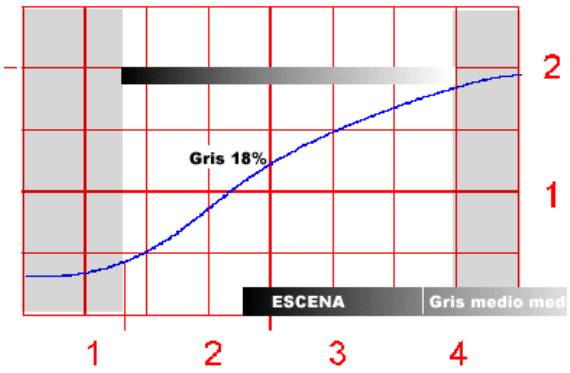


La pendiente de transmisión no es un indicador muy habitual y lo vamos a introducir en estas páginas, es el rango dinámico de salida de la película dividido entre el rango dinámico de entrada, osea el contraste leído en la vertical dividido entre el contraste leído en la horizontal.

Como podemos apreciar se pierde medio paso de sombras y medio paso de luces. Esto significa no tener detalles en los extremos.

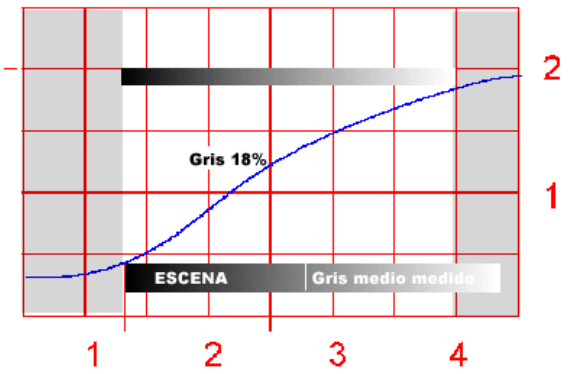
La escena abarca, como hemos dicho 10 pasos, de manera que el gris medio está situado a 4’5 pasos de la sombra y a 6’5 de la luz.

Si nos interesan los detalles de las sombras podemos estar tentados de hacer medir sobre la sombra que queremos y exponer con la indicación del fotómetro. Si hiciéramos esto sucedería lo siguiente:



Catastrófico, hemos medido sobre un gris oscuro, una sombra. Por tanto esta sombra se ha situado en la posición del gris medio de la película. Toda la gama de la escena queda a su derecha y casi todas las luces han quedado fuera del margen útil. Osea tenemos una foto sobreexpuesta. Sin detalles en las luces por que los hemos quemado y sin sombras profundas por que no había nada tan oscuro que pudiera quedar en la parte izquierda de la curva.

No, lo que procede es ajustar las sombras de la escena en el límite izquierdo, donde están las sombras de la película. En nuestro caso las sombras de la escena están 4 pasos y medio por debajo del gris medio. Esto lo sabemos porque si medimos sobre un objeto oscuro la medida es 4 pasos y medio menor que la del objeto gris. Así que una cosa que podemos hacer es desplazar hacia la derecha medio paso la gama de la escena, o sea sobreexponer abriendo medio paso el diafragma.

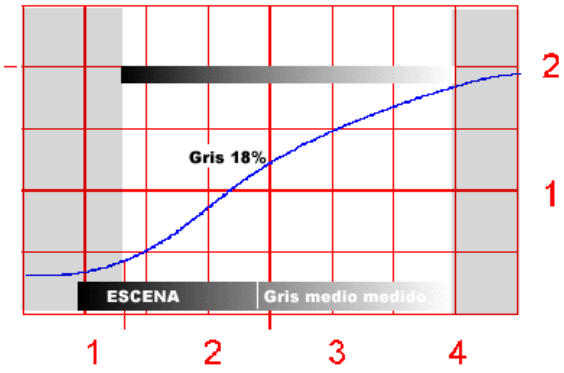


Como se ve perdemos las luces, pero es el precio que hay que pagar por tener las sombras.

Si por el contrario nos interesan las luces y podemos perder las sombras podemos debemos ajustar el límite de los blancos de la escena con el límite de los blancos de la película. La película tiene desde el gris medio al límite de blancos 5 pasos. La escena tiene 5’5 pasos entre el gris medio y el blanco mas blanco. La diferencia entre ambos es de 0’5 pasos que es lo máximo que podemos subexponer.

Así:

Hemos cerrado el diafragma medio paso sobre la medida del gris medio y hemos desplazado toda la curva hacia la izquierda. Perdemos casi un paso de sombras pero a cambio ganamos detalle en las luces.



Por supuesto que hay forma de evitar esto. Podemos añadir luz para bajar el contraste o tomar alguna medida a la hora del revelado, como ya se ha dicho. Pero hay otras cosas que se pueden hacer como, por ejemplo en el caso de respetar las sombras, evitar que haya objetos demasiado claros en la escena. Néstor Almendros, para evitar perder detalles en los blancos hacía teñir con té las ropas blancas, de manera que las rebajaba. Estas consideraciones de decorado y vestuario son esenciales en trabajos con poco contraste como fotografía de moda, cine y vídeo.

Sobre la latitud de exposición

Quizás sorprenda que no se haya hablado aún claramente de la latitud de exposición. Esto es porque se trata de un término algo ambiguo que según que autores quiere decir una cosa u otra. La bibliografía mas moderna llama latitud de exposición al margen de error de que disponemos a la hora de interpretar la medida del fotómetro sin que la fotografía realizada "se resienta". Osea cuanto podemos equivocarnos. Sin embargo otros autores llaman latitud de exposición a la diferencia entre el contraste de escena y el contraste de medio. Es decir al margen de que disponemos para reubicar los tonos dentro de la gama del material sensible. Ambos conceptos se parecen en que indican el campo que tenemos para ajustar la exposición. Parece ser que la segunda definición, que se encuentra en la bibliografía mas antigua, puede ser equivalente a la primera si solo hablamos de fotografía química de negativo blanco y negro. Pero cuando entra en juego el color, como ya se ha advertido varias veces, aparece, además de la densidad, la saturación. Una sobreexposición "demasiado alta" desatura los colores mientras que una subexposición "fuerte" los ensucia. Por eso soy partidario de diferenciar los dos conceptos y llamar latitud de exposición a lo primero: un parámetro típico del material sensible y ajeno a la escena que indica el margen de error de que disponemos. Mientras que el segundo concepto, que es el que hemos estado manejando hasta aquí, es decir, como reubicar las tonalidades jugando con los ajustes de exposición, prefiero llamarlo *margen de maniobra* que depende tanto del material sensible como de la escena ante la que nos encontremos en un momento dado.

RESUMEN

Margen de maniobra= 1+Rango de la película-rango de la escena.

Rango de sombras= nº de pasos del negro al gris medio.

Rango de luces = nº de pasos del gris medio al blanco.

Podemos bajar: Rango de sombras -1 (podemos cerrar la exposición).

Podemos subir: Rango de sombras +1 (podemos abrir la exposición).

Esto es para blanco y negro. En color existe el problema añadido de obtener una buena saturación de colores. Y esto no se si es posible obtenerlo a partir de colores desaturados mediante revelado.

Sobre el horquillado. El registro seguro.

Llamamos en fotografía *horquillado* a una técnica de trabajo consistente en repetir la misma foto con distintas combinaciones de diafragma y obturación. Los mal pensados presumen de no necesitar horquillados. Sin embargo un trabajo profesional debe dar resultados. Y los resultados son fotos, lo otro es circo. Muy respetable, pero no es nuestra profesión.

Hay dos razones para horquillar.

Vamos a comenzar por la mas evidente para el profano: podemos equivocarnos al medir, podemos equivocarnos al corregir la lectura de la exposición, podemos equivocarnos involuntariamente debido a los errores del sistema.

Básicamente hay dos fuentes de errores: errores humanos y errores técnicos. El error humano consiste en seleccionar la velocidad que no es, meter la película de sensibilidad equivocada y cosas así.

La segunda fuente de error es el error técnico: todos los ajustes tienen una tolerancia. La película se etiqueta con una sensibilidad aproximada en 1/6 de paso. Los diafragmas y obturadores con 1/3 de paso. Los diafragmas suelen ir ajustados en medios pasos (hay cámaras que permiten ajustar hasta cuartos de paso) y las velocidades hay cámaras que solo permiten ajustar pasos enteros, los fotómetros también tienen tolerancias. Todas estas fuentes de error se minimizan empleando material de primera calidad. Pero no desaparecen. Dice una ley matemática, la de los grandes números, que cuando hay una población muy grande los intereses particulares se complementan y no hay elementos que destaquen. Esto es, que si hay muchas fuentes de error que pueden ir en sentidos contrarios lo normal es que no haya ningún error por que se compensan. Personalmente me parece una ley sacada de un manual de los de Murphy, según eso nunca habría habido bigbang. Se salva, claro está en que la estadística diría que hay posibilidades de error pero remotas, que pueden llegar a manifestarse. Bien fotográficamente hablando la ley de los grandes números significa que si todo está dentro de las tolerancias (y no se desmadra ningún valor) la película tiene ISO 60 y no 64, el diafragma abre algo mas de la cuenta, el obturador cierra un pelín antes de lo que debe, el fotómetro lee de menos, etc, etc, etc, al final tenemos una foto bien hecha por que los errores se compensan entre sí.

Pero por si acaso mas vale repetir la foto. Tres veces, según nuestro criterio, un paso por encima y uno por debajo. O medio, o dos tercios, o en vez de 3 hacer 7.

El ajeno a los verdaderos problemas tacha al fotógrafo seguro precisamente de lo contrario de su cualidad: inseguridad en el equipo. Sin embargo nuestra responsabilidad no es para el público que aplaude un número circense, sino para un cliente que lo que quiere es una foto. Horquillar por error es una necesidad en este sentido.

Decíamos que había dos razones, la anterior es la razón del error. La segunda razón quizás sea menos conocida. Se trata de mantener un registro con un buen número de posibilidades entre las que elegir. Diferentes exposiciones significan diferentes densidades y saturaciones de color. Así podemos escoger la densidad y saturación que mas convenga al proceso de reproducción y la maquinaria concreta que lo vaya a hacer. En prensa y publicidad la foto forma parte de una cadena. Parte de esta cadena son las fotomecánicas. Como fotógrafos pocas veces intervenimos en la selección de la fotomecánica, solo con algo de experiencia con ciertos clientes podremos adivinar donde van a llevar nuestras diapos a reproducir. Por ello hay que garantizar un buen número de fotos semejantes pero intercambiables según el proceso concreto que se vaya a seguir.

Capítulo 6

SUMA DE LUCES

Dificultades de la suma

Cuando dos luces iluminan una escena y se superponen se suman sus lux, no sus valores de exposición. Por ejemplo si una luz da un ev=19 y otra un ev=11, al sumarse ambas no dará un evt=11+10=21 sino 11’59. La expresión que describe la suma de valores de exposición es algo complicada de usar rápidamente ya que involucra algoritmos de base 2.

$$evt = \log_2(2^{ev1} + 2^{ev2}) \qquad \text{[EC-5:1]}$$

Podemos simplificar el cálculo si expresamos la diferencia en pasos entre ambas luces. Si una, la mayor ev1 es n pasos superior a la otra luz, ev2 entonces el ev total es:

$$evt = ev2 + \log_2(2^n + 1)$$

O lo que es lo mismo, expresado en término de logaritmos decimales:

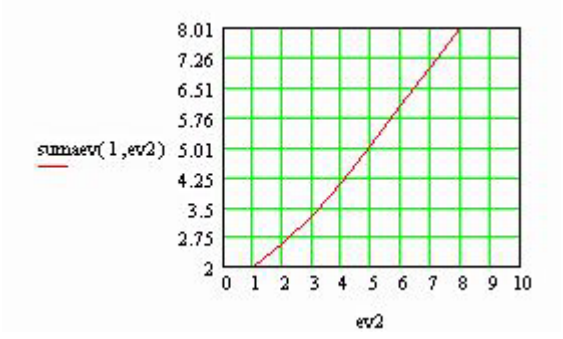
$$evt = ev2 + 3'322 \cdot \log(2^n + 1)$$

Donde ev es el valor de exposición total, ev el valor de exposición menor y n el número de pasos entre los dos valores de exposición.

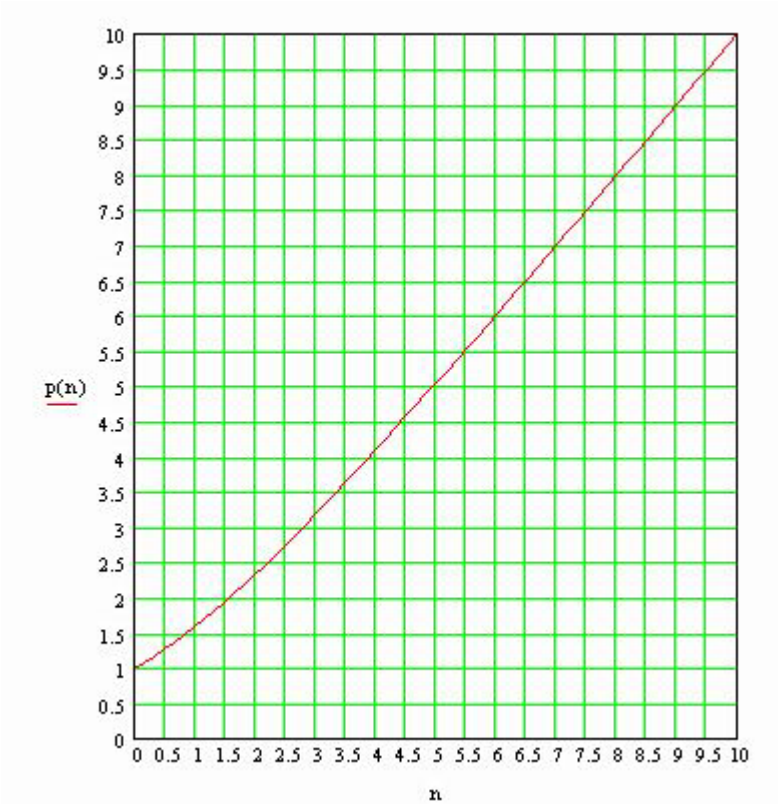
El resultado es el valor menor más un término logarítmico que indica cuanto sube el valor de exposición final en pasos respecto del menor de los dos que se suman.

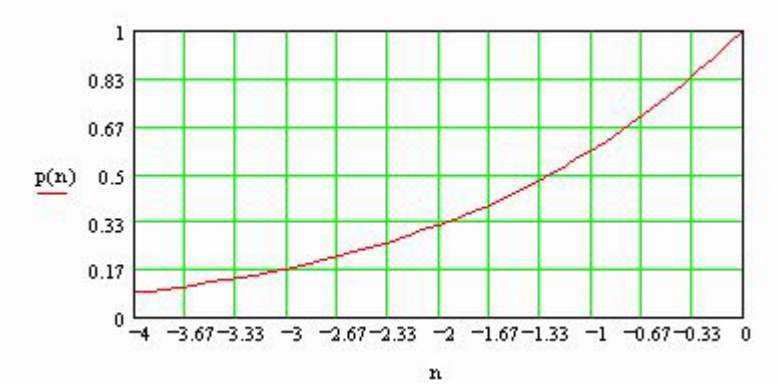
Las gráficas indican la suma de valores de exposición y de forma general la de pasos.

En la horizontal podemos leer el número de pasos de diferencia entre las dos exposiciones que vamos a sumar. En la vertical obtendremos el valor de su suma. Esta será siempre mayor que la exposición más grande. Lo que leemos en la vertical realmente es el número de pasos que es mayor la exposición final (la de la suma) que la mayor de las que había en un principio.



Si bien ambas curvas indican la suma, la primera se emplea para sumar exposiciones cuya diferencia es de cuatro o menos pasos. Para diferencias mayores, como se dice en un párrafo mas adelante no hace falta ningún cálculo ya que cuando las luces están separadas mas de tres pasos la más pequeña no aporta exposición.





La segunda curva indica como varía la exposición desde el punto de vista de la mayor de las sumadas. Esta segunda curva está pensada para averiguar cuanta luz hay que añadir para hacer un ajuste fino en una exposición. Por ejemplo, si queremos saber cuanta luz añadir para subir la exposición en tres cuartos de paso leeríamos que hay que poner una luz que sea casi dos tercios de paso menor que la ya existente.

Reglas de suma

Esta función sin embargo tiene unas reglas practicas muy sencillas que hacen que no sea indispensable el uso de las curvas:

- *- Si 2 luces tienen el mismo ev la suma es 1 paso mayor.*
- *- Si la diferencia es de 1 paso entonces la resultante será 0'585. Este 0'585 se puede interpretar como 2/3 de paso o 1/2 según nos interese.*
- *-Si la diferencia es de 3 o mas pasos la suma sea igual que la luz mas grande.* Sucede entonces que la luz mas débil lo es demasiado y no aporta nada. A no ser que esta luz caiga sobre una sombra aclarándola. En el caso concreto en que la diferencia sea de 3 pasos la suma será 1/6 de paso mayor que la mas alta con lo que no se notará (debemos recordar que el mayor error permitido es de 1/3 de paso y esto significa que se diferencias menores no se notan).

De esto se desprende inmediatamente que poner dos luces iluminando la misma escena que se separa en 3 o más pasos es un desperdicio de energía y material ya que la menor no aportará nada a la escena.

Cantidad máxima de luces a apilar

Así mismo una conclusión práctica es que poner cinco luces iguales es lo máximo que podemos hacer sin desperdiciar equipo ya que la 6ª luz, al aportar solo un 20% mas quedará fuera del 1/3 de paso de error máximo (25 % de luz).

Saberse esas tres sumas básicas nos pueden sacar de mas un apuro, y al permitir un cálculo rápido y mental de las luces nos supone una herramienta de primer orden para resolver cuantas situaciones comprometidas nos podamos llegar meter sin tener que echar mano de la fórmula anterior.

Acumulación de lucesAcumulación de luces

Si, como hemos dicho anteriormente, dos luces las cuales son una 3 o más pasos mas fuerte que la otra iluminan una misma escena, la luz mas pequeña no aporta nada a la exposición final.

Podremos preguntarnos entonces por cuantas luces podemos juntar sin malgastar equipo. La respuesta es seis de la misma potencia.

Vamos a tratar de explicar esto: En primer lugar las luces deben caer sobre la misma parte de la escena si una luz L1 es 4 veces mas fuerte que otra L2 y esta alumbra una zona donde no llega L1 naturalmente esta L2 no debemos eliminarla.

En segundo lugar el criterio para saber si una fuente puede ser eliminada es que no aporte nada a la escena. En fotografía, insistimos, el margen máximo de error es de 1/3 de paso. Así si dos fuentes dan una iluminación cada una por su lado cuya diferencia es menor de 1/3 normalmente admitimos que las dos exposiciones son iguales. De esta manera si una luz da 3 pasos mas que otra, la suma de ambas será 1/6 (ver curva 1) de paso mayor que la más potente, lo cual quiere decir que si apagamos la mas pequeña no se va a notar en la exposición. 1/3 de paso es, como se sabe un 25% de luz.

Conocer esto es importante ya que permite un fuerte ahorro en el presupuesto. Menos luces es menos peso, menos energía gastada, menos peligros de que salten los fusibles, menos transportes, en ciertos casos, como en la iluminación cinematográfica, y en general en iluminación continua también significa cables menos gruesos, menos calor, apoyos mas pequeños. Así que el ahorro no es solo el de una luz menos sino de una gran cantidad de costes indirectos menos, que como se sabe son los culpables de que los presupuestos vayan a más.

Demostración del apilamiento máximo

Vamos a pensar un poco en una escena en la que vamos a ir acumulando luces en la misma zona y todas iguales.

-Encendemos el foco uno. La exposición será la correspondiente solo a el , por ejemplo ev =ev

-Si ahora encendemos el segundo foco la iluminación habrá crecido un 100% o sea un paso ev = ev +1.

-Al poner la tercera luz la iluminación crecerá un 50%, es decir, casi un medio de paso ev=ev +1+1/2.

-La cuarta luz supone subir un 33% la luz anterior, esto es aproximadamente entre 1/3 y 1/2 de paso (exactamente 0'4 pasos).

-La quinta fuente hace subir la iluminación de la escena un 25%. íOjo! esto es 1/3 de paso, cualquier subida posterior supondrá incrementar la exposición en menos de 1/3 de paso.

-Si ponemos una mas la iluminación sube un 20% y esto ya es menos de 1/3 de paso (exactamente 0'26 pasos) por lo que cualquier subida posterior es tirar dinero.

Flashes y destellos múltiples

A veces es necesario emplear una potencia de iluminación de la que no disponemos, por ejemplo necesitamos un diafragma f:128 y resulta que lo máximo que tenemos es un f:45. Si el motivo es estático se puede emplear la técnica del destello múltiple. Esta consiste en disparar varias veces el flash que tenemos hasta conseguir el número f que queremos.

Supongamos que queremos alcanzar un número f fq y que vamos a emplear un destello ajustado para que de un número f ft (f que queremos y f que tenemos). Si solo vamos a emplear destellos de f:ft el número total de destellos es:

$$nd = \left(\frac{f_q}{f_t}\right)^2$$

osea, el número de destellos es el cuadrado del número f que queremos entre el número f que tenemos.

En el ejemplo, si necesitamos un f:128 y disponemos de un flash de guía f:45 (suponiendo que en ambos casos estemos hablando de la misma sensibilidad) el número de destellos sería:

$$nd = \left(\frac{128}{45}\right)^2 = 8$$

Si el resultado fuera fraccionario deberíamos ir al número de veces mas cercana sin pasarnos mucho en exposición. Por ejemplo si queremos un f:90 y tenemos un f:16 el resultado sería 31'6. Como no podemos dar 31'6 veces damos 32 destellos. Si tuviéramos 31'1 podríamos dar 31 destellos solo. O bien dar el último destello un paso menos que los demás (si es que podemos regular la potencia del flash).

Número de destellos y eficiencia

Si hemos dado ya cinco destellos el sexto solo va a añadir un 20% a la exposición. Esto es menos de 1/3 de paso, aunque algo mas que 1/4 (que sería un 18%). De forma que dar 6 flashazos es prácticamente lo mismo que dar 5. El aumento de exposición mínimo lo podemos considerar en torno a 1/3 de paso aunque para ciertas aplicaciones podemos bajar este valor a 1/6 de paso, que es un 12% de exposición.

Si seguimos la regla del tercio de paso como máximo error vemos que dar 6 destellos no compensa. Pero si tenemos planeado dar 7 entonces el aumento sobre 5 es de 7/5 osea de un 40%, que prácticamente es medio paso (41%). 8 destellos sobre 7 supone un aumento de un 14%, (1-8/7), esto es algo mas de un sexto de pasos pero obviamente bastante menos de un tercio. Por lo que si seguimos el criterio del tercio de paso es mejor no dar el 8º disparo ya que estamos tirando la energía mientras que si seguimos el criterio del sexto de paso (12% de exposición) aún podemos obtener algún resultado. Entonces la pregunta sería cuantos disparos puedo hacer sin tirar energía a partir de haber dado unos cuantos ya?. Por ejemplo si ya hemos dado 7 pasos, por el criterio del tercio podríamos dar el número de pasos que suponga un aumento de la exposición de entorno a un 25%. Osea un número de pasos que dividido por siete nos de aproximadamente 1'25 (estrictamente hablando 1'26). Si multiplicamos 1'25 por 7 obtenemos 8'75, osea que deberíamos dar 9 pasos y no 8.

En la tabla siguiente se listan la cantidad de destellos que podemos dar sin desperdiciar energía para los criterios del tercio de paso y del sexto de paso.

nº de destellos.	Aumento de exposición (en porcentaje) con respecto al valor de la fila anterior.
1	-
2	100%
3	50%
4	33%
5	25%
7	40%
9	28%
12	33%
15	25%
19	27%
24	26%

Para un sexto de paso la lista sería:

nº de destellos.	Aumento de exposición (en porcentaje) con respecto al valor de la fila anterior.
1	-
2	100%
3	50%
4	33%
5	25%
6	20%
7	17%
8	14%
9	12'5%
10	11'1%
11	10%
13	18%
15	15%
17	13%%
19	12%
21	11%
24	14%

Efecto de intermitencia

El número de destellos está limitado además por el efecto de intermitencia. Este efecto supone que si damos dos destellos de igual valor la exposición resultante es algo menor. Así si damos 4 destellos de f:16 deberíamos tener un f:32 peor la realidad es que obtenemos un valor algo menor.

El efecto de intermitencia aparece relacionado con las exposiciones cortas, y estas aparecen cuando limitamos la potencia de los flashes de manera que una manera de minimizarlo es emplear el flash a plena potencia.

Otro aspecto del defecto de intermitencia es que aparece cuando hay un número elevado de destellos, de manera que por tres o cuatro que hagamos no vamos tener problema, si lo podemos tener de 15 destellos en adelante.

Suma de diafragmas

El cálculo anterior de pasos y relaciones de luces es fundamental. Sin embargo hay dos cálculos de menor importancia práctica que puede ser interesante dominar. Su único defecto es que requiere el uso de una calculadora y pocas veces vamos a echar mano de una mientras trabajamos.

Supongamos varias luces, cada una de las cuales requiere por si sola una exposición. Supongamos que conocemos todas estas exposiciones (aisladas). Queremos conocer el diafragma a ajustar en la cámara a partir de los diafragmas correspondientes a las luces de la escena.

Lo primero que debemos hacer en estos casos es poner todas las exposiciones para la misma velocidad. Una vez tenemos todas las exposiciones con la misma velocidad el diafragma resultante será la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de los distintos diafragmas.

$$f_t = \sqrt{f_1^2 + f_2^2 + ... + f_n^2}$$

Por ejemplo, sobre una parte de la escena caen cuatro luces que, aisladas ofrecen las siguientes exposiciones:

Luz 1: t 1/125, f:5'6

Luz 2: t 1/60, f:4

Luz 3: t 1/250, f:8

Luz 4: t 1/60, f:3.5

Supongamos que empleamos una cámara que sincroniza el flash a 1/60. Supongamos que al menos una de las cuatro luces es un flash, por lo que debemos emplear un tiempo de obturación igual o inferior al de sincronización de flash.

Lo primero es poner todo a la misma velocidad, así queda:

Luz 1: t 1/125, f:5'6 ->t 1/60, f: 8

Luz 2: t 1/60, f:4 -> t 1/60, f:4

Luz 3: t 1/250, f:8 -> t 1/60, f:16

Luz 4: t 1/60, f:3.5 -> t 1/60, f:3.5

El diafragma a ajustar en la cámara es:

$$f = \sqrt{8^2 + 4^2 + 16^2 + 3'5^2}$$

Que es aproximadamente 16+1/2.

Suma de tiempos

Igualmente si quisiéramos mantener un cierto diafragma y pudiéramos alterar el tiempo de exposición, el tiempo total sería la inversa de la suma de la inversa de los tiempos parciales. Que se puede simplificar escribiendo uno dividido por la suma de los denominadores de los tiempos.

$$t_f = \frac{1}{\frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2} + ... + \frac{1}{t_n}}$$

Donde debemos recordar que un tiempo t normalmente lo escribimos como fracción (1/60, 1/125) por lo que podemos sustituir cada quebrado del sumando solo por el denominador del tiempo (el número 60 o 125 del ejemplo).

Para aclarar un poco las cosas vamos a coger el ejemplo anterior: supongamos que queremos emplear un diafragma f:8. Los tiempos parciales quedarían:

Luz 1: t 1/125, f:5'6 -> t 1/60, f:8

Luz 2: t 1/60, f:4 -> t 1/15, f:8

Luz 3: t 1/250, f:8 -> t 1/250, f:8

Luz 4: t 1/60, f:3.5 -> t 1/10, f:8

El tiempo final será:

$$t = \frac{1}{60 + 15 + 250 + 10}$$

La importancia de la suma de luces se verá a la hora de tratar la iluminación de relleno.

Efectos de añadir una luz a la existenteEfectos de añadir una luz a la existente

Cuando se añade una luz a otra, ya existente, la luz suma es mayor que la primera en un número de pasos que vale:

$$s = 3'322 \bullet \log(2^n - 1)$$

Donde n es el número de pasos que la luz añadida es mayor que la previa.

Alteración del contraste

Vamos a llamar contraste de la escena a la diferencia que hay entre la parte mas iluminada de la escena a fotografiar y la más oscura. A la más oscura la vamos a llamar sombra y a la más iluminada, alta luz.

Añadiendo una luz a una escena en la que ya hay una iluminación se va a conseguir una serie de efectos. Si concentramos nueva luz sobre una zona de alta luz subiremos el contraste de la escena (la diferencia entre los mas claro y lo más oscuro que haya en la escena). Por el contrario si concentramos la luz extra sobre una sombra disminuiremos el contraste. Si añadimos una luz que caiga sobre toda la escena disminuiremos el contraste ya que la zona más brillante subirá una cantidad menor de pasos que la zona mas en sombra.

Ejemplo de alteración

Por ejemplo: si tenemos una sombra sobre la que caen 100 lux y una alta luz sobre la que cae 1000 lux (por ejemplo una habitación con una ventana a un patio interior en una tarde de invierno) la relación de luces es de 10:1. Añadimos un minibruto de cine (una plancha con nueve luces) que ilumina por igual interior y exterior y que proporciona 1000 lux, tendremos en el interior 1100 lux y en el exterior 2000 lux. La relación ahora es de 20:11. Antes de añadir el minibruto el patio era diez veces más luminoso que el interior, después el patio no llega a ser dos veces más luminoso. Lo que hemos de fijarnos es que al añadir una cantidad de luz por igual la sombra ha subido de 100 a 1100, es decir once veces mientras que el patio solo ha subido de 1000 a 2000 o sea, dos veces. Esta va a ser la tónica general y se estudiarán sus consecuencias prácticas en un futuro artículo.

Valoración de la alteración del contraste

Al añadir una luz por igual a una escena va a alterarse tanto la zona mas en sombra como la zona mas iluminada y además la sombra subirá mas que la alta luz. La tabla adjunta lista estas alteraciones:

Debemos, no obstante, tener en cuenta que se está hablando de cómo se afecta a la iluminación de la escena. Si bajo una misma luz hay objetos de distinto brillo no se va a alterar el contraste.

Tabla 6.1

ci	Añadimos	Sube la sombra	Sube la luz
2	0	1	1/3
2	1	1+2/3	2/3
2	2	2+1/3	1
3	0	1	0
3	1	1+2/3	1/3

3	2	2+1/3	2/3
3	3	3	1
4	0	1	0
4	1	1+2/3	0
4	2	2+1/3	1/3
4	3	3	2/3
4	4	4	1
5	0	1	0
5	1	1+2/3	0
5	2	2+1/3	0
5	3	3	1/3
5	4	4	2/3
5	5	5	1
6	0	1	0
6	1	1+2/3	0
6	2	2+1/3	0
6	3	3+1/6	1/6
6	4	4	1/3
6	5	5	2/3
6	6	6	1

La primera columna indica el contraste inicial. Osea, el número de pasos que hay entre la sombra y la luz antes de añadir la nueva fuente. La segunda columna indica cuantos pasos mayor que la sombra es la luz que añadimos. La tercera y la cuarta indican respectivamente cuanto sube, en pasos, la sombra y la alta luz. La tabla está calculada para ser usada en situaciones en las que se requiera luz de relleno, sin embargo no es necesario sabérsela, ni tan siquiera tenerla a mano. Es bastante fácil de deducir y solo es necesario tener en cuenta lo dicho anteriormente sobre como sube una luz al añadírsele otra.

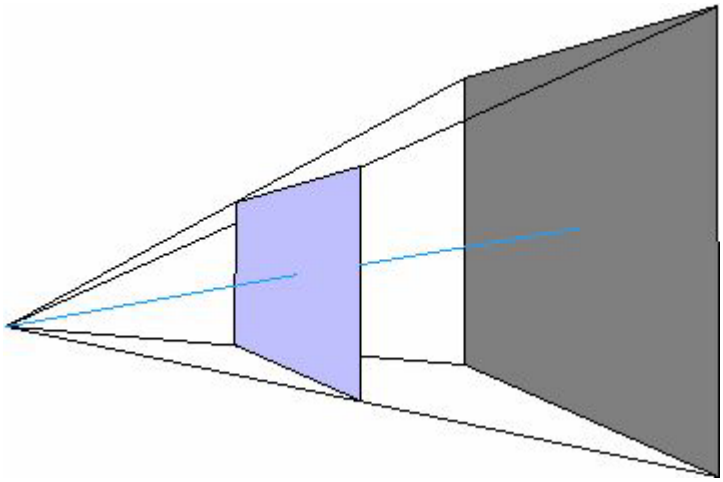
Capítulo 7

TÉCNICAS DE DISTANCIA

La ley de inversa de los cuadrados de las distancias

Existe un principio físico que es de crucial importancia en iluminación fotográfica. Se le conoce como ley de inversa de los cuadrados y es la justificación física de una de las técnicas mas simples y potentes de evaluación de una exposición: el número guía.

La cantidad de luz que cae sobre una escena depende de la distancia de la misma a la fuente y del tamaño de esta.



Un emisor ideal no tiene tamaño y emite su luz en todas las direcciones. Como ya sabemos la intensidad de la luz en un punto depende del cuadrado de la distancia entre la fuente y la escena. La definición de iluminación es la intensidad de iluminación (la energía que transporta un rayo de luz, las candelas) dividida por el cuadrado de la distancia del foco a la escena. Esto es debido a que la iluminación se define como la cantidad de energía luminosa que atraviesa una superficie. Al alejarse de la luz la superficie que la abarca debe crecer. Al hacerse doble la distancia, la superficie que encierra la misma cantidad de energía luminosa (flujo) debe aumentar 4 veces. Si se triplicase la distancia la superficie debería crecer nueve veces. Es decir, siempre la distancia al cuadrado.

Lo dicho está para cuando el emisor es ideal. Un emisor es ideal cuando no tiene tamaño e irradia en todas las direcciones. Al no tener tamaño se dice de el que es un punto, o mas habitualmente que es un emisor puntual.

Observaciones sobre la validez de la ley

Un emisor real siempre tiene algún tamaño y muy pocas veces emite en todas las direcciones. Un emisor real, sin embargo, puede considerarse como formado por un gran número de fuentes puntuales que suman sus efectos. Al añadirse la luz de muchas fuentes ideales las cosas cambian; no es que, como erróneamente se dice a menudo, no valga la ley de inversa de los cuadrados, esta, por ser un principio físico siempre es válida y decir lo anterior es como pretender que, ya que los aviones vuelan para ellos no vale la ley de gravitación universal; lo que sucede es que debe ser interpretada de forma correcta: la luz en un punto de la escena es la suma de las luces de todos los puntos emisores que hay en la fuente. Al estar estos emisores repartidos por toda la superficie de la lámpara tendrán distintas distancias al punto de la escena considerado, de manera que la suma de sus luces será distinta y, por regla general,

no guardarán entre si una relación numérica simple.

Por ejemplo: Una escena se ilumina con un tubo fluorescente de 1’2 metros de longitud. Si medimos la luz a 1 metro del centro del tubo y perpendicular a el obtendremos una cierta cantidad de luz, si lo hacemos con un exposímetro obtendremos una cierta exposición. El punto central del tubo está a 1 metro pero los extremos se encuentran a 1’17 metros. Si nos alejamos a dos metros del centro la luz provocada por el punto central habrá disminuido 4 veces por habernos ido a doble distancia. Sin embargo ahora nos hemos alejado de los extremos mas del doble de la distancia anterior, exactamente nos hemos ido a 2’09 m. 24 centímetros menos del doble que antes (que hubiera sido 2’34) y por tanto la proporción de luz que llega ahora entre extremos y centro es menor que antes. Es decir, los extremos iluminan 3’19 veces menos que antes mientras que el centro se ha reducido en 4 veces. Como se ve se suman cantidades distintas debido a encontrarnos distancias distintas. Vayámonos ahora a 4 metros del centro. La distancia ahora es de 4’04 m de los extremos. La cantidad de luz aportada por estos será un 16’36-avo de la primera mientras que la luz del centro será un 16-avo. Así a un metro la diferencia de exposición entre la luz aportada por el centro (solo) y por cada uno de los extremos (solos) es de 0’45 pasos mientras que a 4 metros la diferencia es de 0’03 pasos.

Esto implica dos cosas:

-Que al alejarnos del foco las distancias a los distintos puntos que lo componen son distintas y por tanto siempre se sumará en forma de diferentes proporciones, de ahí que sea un error intentar emplear la ley de inversa de los cuadrados ya que habrá siempre que referirla a un punto en concreto (¡a la distancia de ese punto!) y como vemos las distancias cambian en distinta proporción.

-Que al alejarnos la diferencia entre la aportación de los distintos puntos disminuye. De forma que al alejarnos el tamaño pierde importancia. Es como si conforme nos separamos del foco este se hiciera mas pequeño. En el caso límite, al estar muy lejos (en el infinito) la lámpara se convierte en un punto, esto es, en un emisor ideal.

Esta segunda consecuencia es crucial en fotografía: hemos dicho que al estar en el infinito la fuente se convierte en un punto. ¿Que es infinito?. Fotográficamente hablando podemos considerar que si la aportación de los «extremos», los puntos que ofrecen menos luz, es inferior a 1/3 de paso de los puntos «centrales», los de mayor intensidad, se puede hablar, en lo que a cálculo de intensidad de iluminación concierne, de una fuente puntual, donde, por tanto se puede emplear la ley de inversa de los cuadrados. ¡Ojo! en lo que respecta al cálculo de la iluminación: El tema de la modulación de formas y apariencia de las sombras es otra historia.

El número guía

La importancia de la ley de inversa de los cuadrados viene de que, convenientemente empleada, permite una evaluación de la exposición a partir de unos pocos datos de la fuente de iluminación. Como la caída de luz tiene una relación de cuadrados y el número f (el diafragma) también tiene una relación de cuadrados, entre ambas se compensan y anulan creando una función lineal y no exponencial a la hora de evaluar cantidades de luz, distancias y diafragmas. El dato a tener en cuenta es el número guía, que no es mas que el diafragma a emplear cuando el foco dista de la escena una cierta distancia que se toma como unidad de medida. Las dos formas mas habituales de presentar los números guías son el guía en metros y el guía en pies. El primero define el número guía como el número f que hay que emplear para exponer correctamente un objeto colocado a 1 metro de distancia de la luz[4]. El otro número guía es el del pie, mas popular en países anglosajones siempre reacios a aceptar el sistema internacional de unidades, se basa en una distancia de referencia de 1 pie.

El uso del número guía es muy simple: cada paso equivale a una unidad de medida. Así simplemente hay que dividir el número guía por la distancia.

Por ejemplo: Un foco de luz da un diafragma f:45 a 1 metro cuando se mide para una sensibilidad ISO 100/21. Vamos a colocar el sujeto a fotografiar a 2’5 metros. el diafragma a emplear será por tanto 45/2’5=18. Es decir 16 mas un tercio.

La distancia de referencia

Hay que tener muy en cuenta que el número guía se define en función de una distancia de referencia. A menudo los fabricantes, sobre todo en equipos de cierta potencia, no dan el diafragma a un metro sino a otras distancias, en estos casos la medida de la distancia debe hacerse en función del valor dado como referencia. Por ejemplo si se da el diafragma a 1'2 metros habrá que medir en la escena de 1'2 en 1'2 metros. Supongamos que el fabricante da un f:45 para 1'2 metros a ISO 100/21, volvemos a colocar el sujeto a 2'5 metros. Primero habrá que ver a que distancia está según la referencia del fabricante: para ello dividimos la distancia real entre la dada 2'5/1'2=2'083. Ahora si podemos emplear el número guía: debemos dividir 45 por esta distancia de 2'083m y el f será 21'6 que es prácticamente 22 (desde luego no por las reglas de aproximación aritméticas sino porque la diferencia entre ambas exposiciones es de casi un 4% y esto es bastante menos que el 26% de error mínimo requerido correspondiente a 1/3 de paso).

Así si tenemos un equipo marcado en pies para pasarlo a metros debemos dividir la distancia entre 0'3 y emplear el resultado como cociente para el número guía. Por su parte para pasar un guía de pies a metros hay que multiplicarlo por 0'3.

Para sumar números guías, puesto que estos son en realidad números f de diafragmas hay que elevarlos al cuadrado, sumar estos cuadrados y luego extraer la raíz cuadrado de su suma. Exactamente igual que se hace con los diafragmas.

Como se ve el número guía es muy simple y útil. Sin embargo no siempre nos es factible emplearlo. Como ya se ha dicho si la fuente tiene cierto tamaño las cosas cambian ya que habría que considerar los números guías de cada punto emisor de luz y esto puede llegar a ser imposible (¿cuantos puntos de luz hay en un paraguas o en flash de ventana?). Además hay un aspecto especialmente importante como es la ley de Lambert o de los cosenos. Quedan pues tres cosas aún por tratar: La dirección de la luz, el ajuste fino de las luces puntuales y como trabajar con fuentes extensas.

La importancia de la dirección

El estudio de una fuente puntual parte de la definición de iluminación (cantidad de energía que atraviesa una superficie) que cuando se expresa en función de la intensidad de la luz (las candelas) y de la distancia se denomina ley de inversa de los cuadrados. Esta ley a menudo se dice que se complementa con otra, denominada ley de Lambert o del coseno. Realmente no son leyes distintas ni complementarias sino dos facetas de lo mismo. La ley de inversa de los cuadrados, tal como se da (simplemente dividiendo intensidad luminosa por distancia al cuadrado), es una simplificación que solo sirve cuando la superficie a iluminar es perpendicular al rayo de luz.

Pensemos por un momento: una luz cae sobre una mesa. Si la lo hace perpendicularmente la mesa recibirá la máxima cantidad de luz posible. Si empezamos a inclinar la lámpara la luz irá pasando de largo y cada vez caerá menos luz sobre la mesa. En el caso límite, cuando el rayo de luz sea paralelo a la mesa esta no recibirá ninguna luz. Así que además de la distancia del foco a la escena nos interesa el ángulo con el que la luz cae sobre esta.

La forma de tratar con este hecho es multiplicar el resultado de la ley de inversa por un número que vaya de 0 a 1 y dependa del ángulo. Este número es el coseno del ángulo. El ángulo que se considera siempre es el del rayo de luz con el vector director del plano. Es decir la recta que sale perpendicularmente de la mesa.

De esta manera la ley de inversa de los cuadrados y teniendo en cuenta el ángulo queda:

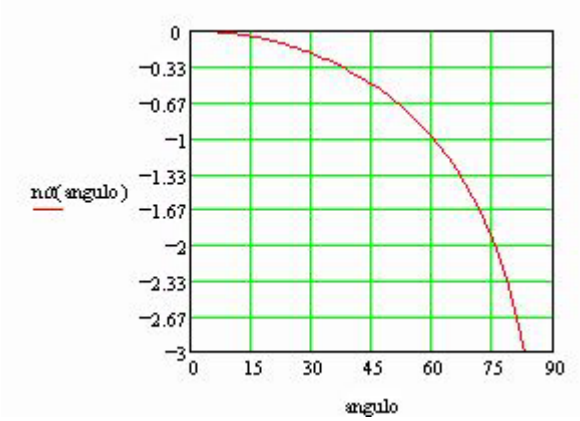
$$E = \frac{j}{r^2}\cos\alpha$$

Donde j es la intensidad de la luz en candelas, r la distancia del foco a la escena y alfa es el ángulo.

El ángulo límite

Si desde la posición de máxima iluminación (perpendicular) se ceja el rayo la luz decrece. Fotográficamente podemos dejar el ajuste de tiempo y de diafragma de la cámara mientras esta caída de luz sea inferior a un tercio de paso de la máxima. Cuando la luz disminuye un tercio de paso el ángulo que forma el rayo y la perpendicular al plano es de 37 grados y medio.

Esto significa que dentro de este sector de 37,5º se puede emplear el número guía y que en este límite habría que abrir un tercio de paso.

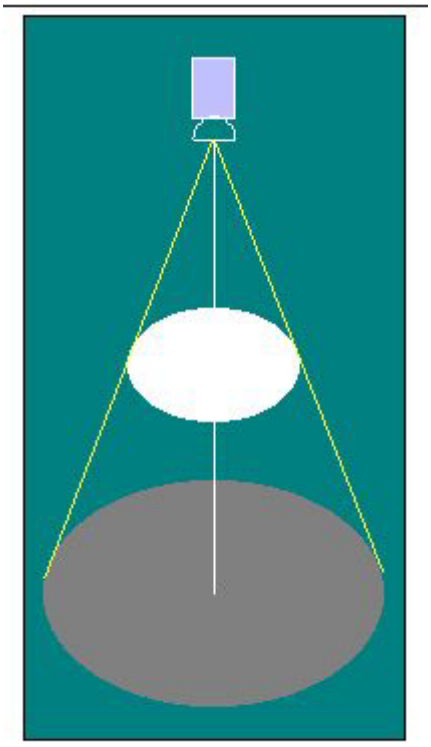


Debemos recordar que el plano que se emplea en fotografía para medir es vertical. Es el plano en el que ponemos la tarjeta gris, el plano en que ponemos la esfera del fotómetro y no es como el que se emplea en ingeniería y arquitectura, que se mide siempre sobre el plano horizontal (la mesa). Cuando inclinamos el foco verticalmente estos 37,5º debemos pensar en que plano estamos midiendo. Aunque hagamos bodegones el que nos interesa es el plano vertical o al menos el plano de la película o un paralelo colocado en la escena. El ángulo, en estas condiciones es el que va desde una horizontal hacia abajo, no el que se forma con una vertical (como por ejemplo el del soporte del foco). Estos 37 grados y medio son desde la horizontal hacia abajo. Como lo fácil es medir el ángulo sobre un eje vertical como el del soporte del foco este ángulo límite será el complementario de aquel y por tanto vale 52 grados y medio.

Ajuste fino iluminación para luces puntuales

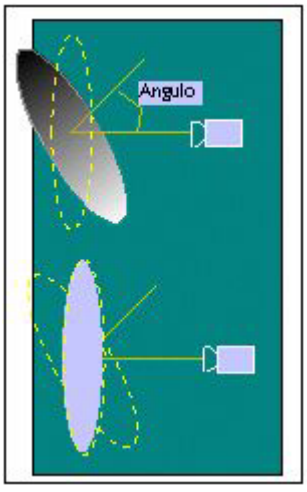
El número guía está muy bien para relacionar exposición y distancia. Sabiendo una se puede calcular la otra. Cuando se quiere alterar una exposición una fracción de paso, subir medio paso o bajar un tercio por ejemplo, nos encontramos con que para calcular la distancia hay que saber cual es el diafragma final. Así si queremos bajar un tercio de paso habrá que alejar el foco una cierta distancia, si el flash tiene un guía 92 y estamos a 3 metros la exposición que nos está dando es un diafragma 31 (aproximadamente un 32) y ahora viene la duda ¿cual es el diafragma 1/3 de paso menor que 31 para el que podemos calcular la distancia?. Podemos calcular un diafragma recordando lo dicho en el capítulo sobre unidades fotográficas pero aquí vamos a trabajar de una forma mas práctica y sin tener que emplear la calculadora.

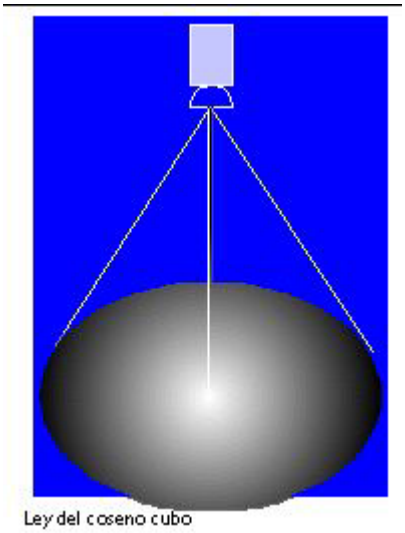
Las curvas siguientes indican la alteración de la distancia entre la luz y la escena para conseguir una modificación de la exposición inferior a un paso.



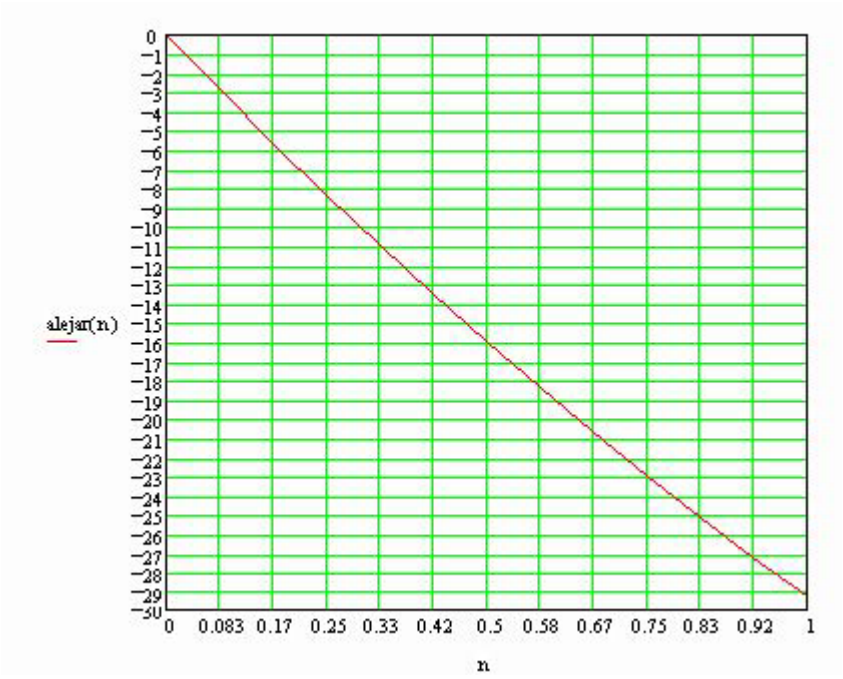
Ley de inversa de los cuadrados

Son tres las leyes que hablan de la forma en que se ilumina un objeto. De un lado la ley de inversa de los cuadrados, que dice que la iluminación depende de la distancia. En concreto al aumentar la distancia la luz se reduce el cuadrado de l a nueva distancia. La segunda ley es la del Lambert que dice que la iluminación depende del ángulo con que cae la luz. Cuanto mas perpendicular, mas iluminacaión. La tercera ley es consecuencia de las dos primeras: Cuando un foco arroja un cono de luz sobre la escena las partes mas alejadas de la mancha de luz tienen menos iluminación debido a que están mas lejos y a que el ángulo del rayo de luz es mas acusad o .

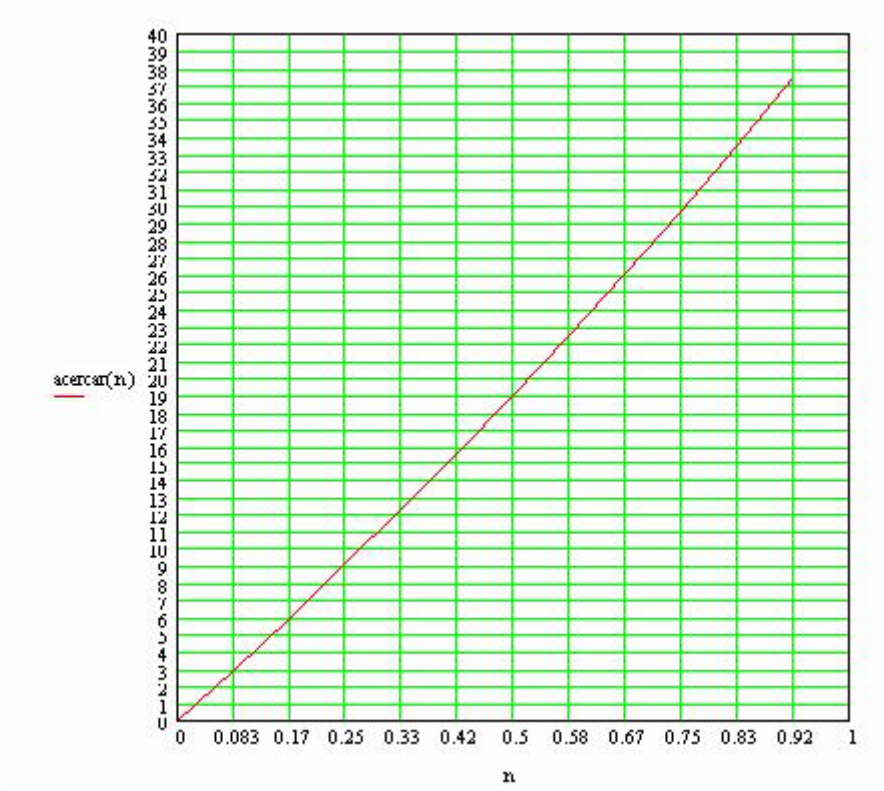




Ley del coseno cubo



Las gráficas indican el número de pasos de luz que se ganan al acercar o pierden al alejar en forma de porcentaje. Si escogemos el metro para medir las distancias entonces estos porcentajes son centímetros por cada metro de distancia que hay en unprincipio. Por ejemplo, si un foco está a dos metros y lo alejamos doce centímetros debemos dividir la distancia que lo hemos movido entre la original, osea doce entre dos lo que hace seis, que es el númaro que tenemos que buscar en la horizontal.



pasos	alejar	acercar
1/3	11	12
1/2	16	19
2/3	21	26

La relación es dos elevado a la mitad del número depasos que queremos variar. Siendo este número positivo si queremos aumentar la iluminación, por tanto acercar el foco, y negativo si queremos disminuir la iluminación, y, portatno, alejar la luz.

$$\Delta d = 2^{\frac{n}{2}}$$

Fuentes extensas

Como ya se ha comentado no es que la ley de inversa de los cuadrados no se pueda aplicar cuando las luces tienen un cierto tamaño, lo que no se puede aplicar es una consecuencia práctica de esa ley que es el número guía. Ya se ha explicado como al cambiar la distancia de un foco a la escena los distintos puntos del foco se mueven en distinta proporción y por tanto las diferencias entre las exposiciones de cada punto también cambien de forma diferente.

Las curvas que damos a continuación forman parte de un estudio sobre el comportamiento de las fuentes extensas rectangulares aplicado a la fotografía. Como es de suponer una fuente es extensa cuando su tamaño influye en la exposición. Fuentes extensas rectangulares son las ventanas y las puertas siempre que no entre el sol directamente por ellas y los flashes con difusores rectangulares.

El estudio de las ventanas y similares queda adscrito, dentro de la ingeniería y de la arquitectura, a lo que se llama iluminación natural. En fotografía, por iluminación natural indicamos mas cuando las fuentes de luz son el sol (directa o indirectamente) y la del cielo (ver capítulo sobre luz natural).

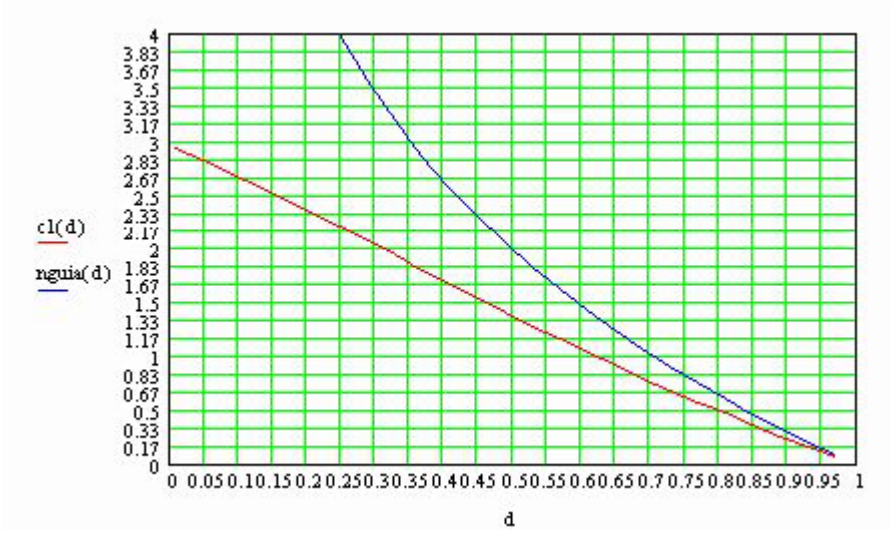
A veces se dice, erróneamente, que si la luz de foco pequeño cumple la ley de inversa de los cuadrados, la luz extensa cumple un ley de inversa lineal, es decir, que con una ventana o un flash de ventana, la luz, al alejarnos el doble, se reduce a la mitad. Insisto, esto es falso, como vamos a demostrar en breve.

El estudio de una fuente rectangular termina en una función matemática de difícil resolución. Llegamos a una integral que vamos a resolver de forma numérica: esto es, no vamos a dar una «fórmula» para calcular la exposición pero si unas curvas. Para el que tenga interés al final del capítulo expongo el procedimiento empleado para trazar las curvas y así que cada cual pueda trazar las suyas propias. Para el caso concreto de difusores cuadrados se puede emplear, no obstante, un procedimiento derivado del número guía.

Las gráficas que damos a continuación son las correspondientes a la exposición necesaria para un difusor de 1mx1m. Doy dos curvas. La primera indica la exposición para el primer metro. La segunda es para mas de un metro. La exposición está dada de forma relativa a una exposición de referencia. Se indica el número de pasos que hay que abrir a partir del diafragma medido a una distancia de referencia desde un punto de la escena situado frente al difusor. Como se verá mas adelante las segunda curva no es necesaria ya que expongo un método para reducir cualquier flash cuadrado a uno en el que se puede emplear el método del número guía.

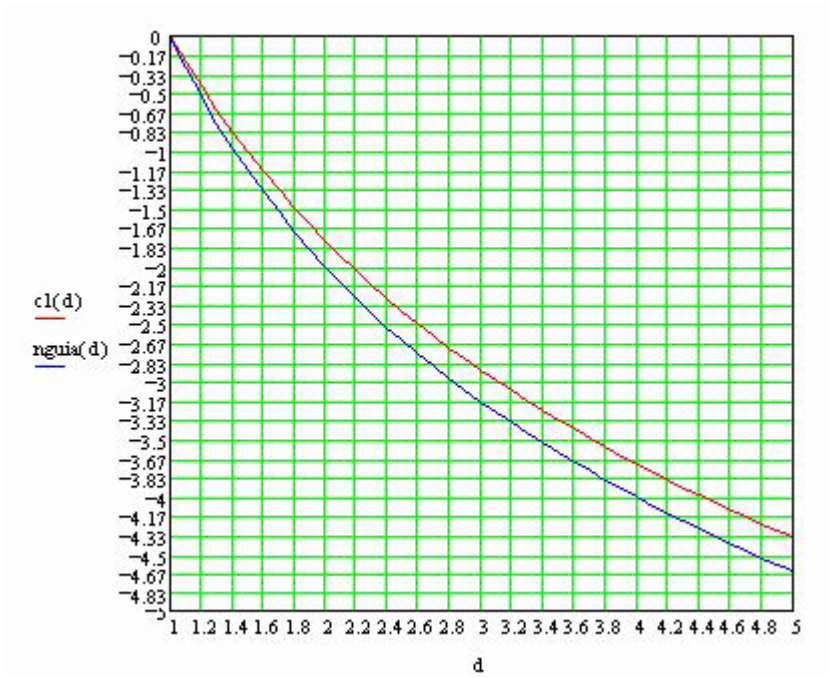
El uso de las curvas requiere una preparación previa. Lo que vamos a hacer es emplear un método similar al del número guía pero en el que en vez de dividir vamos a leer una curva. Para ello debemos partir de la medida de la exposición a una distancia dada. Que recomiendo sea la de 1 metro. De hecho el eje horizontal de las gráficas muestra la distancia en función de esta distancia de referencia. Así, y al igual que sucedía con el número guía, si en vez de tomar la exposición a 1 metro medimos la exposición

a 1’5 metros deberemos medir en la escena siempre de 1’5 en 1’5 metros.



Bien, tomamos nuestro flashímetro o nuestro fotómetro (si es una ventana), medimos la exposición a 1 metro del difusor y en el centro de el. Esta va a ser nuestra exposición de referencia. El eje vertical indica el número de pasos de diferencia entre la exposición requerida y esta exposición de referencia.

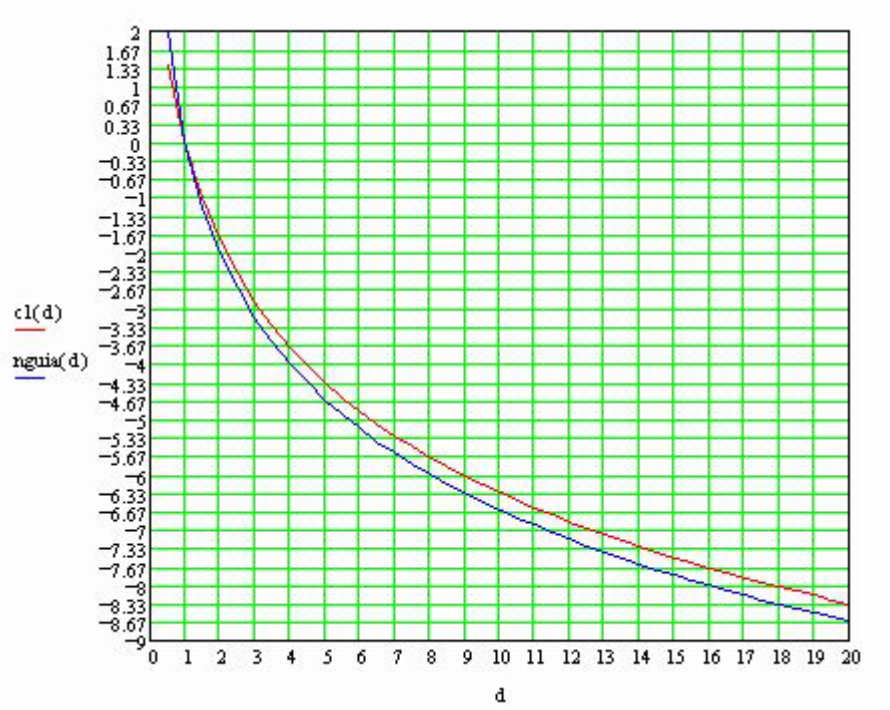
Por supuesto que la habitación refleja luz y la exposición final puede ser un poco mas alta. tener en cuenta esto es indispensable a la hora de dimensionar la iluminación de un local, pero en un estudio, normalmente esta variación la tenemos muy controlada, y si estamos en un interior desconocido (por ejemplo haciendo retrato o, lo que es pero, decoración) deberíamos medir la luz después de colocar los flashes para poder corregir el ajuste de cámara debido a esta luz reflejada.



Procedimiento de número guía por reducción de distancia para flashes cuadrados

Se dice que para las fuentes extensas no se puede emplear el número guía debido a que “no cumplen con la ley de inversa de los cuadrados”. Vamos a demostrar que, en la práctica, podemos emplear el método del número guía cuando los difusores son cuadrados.

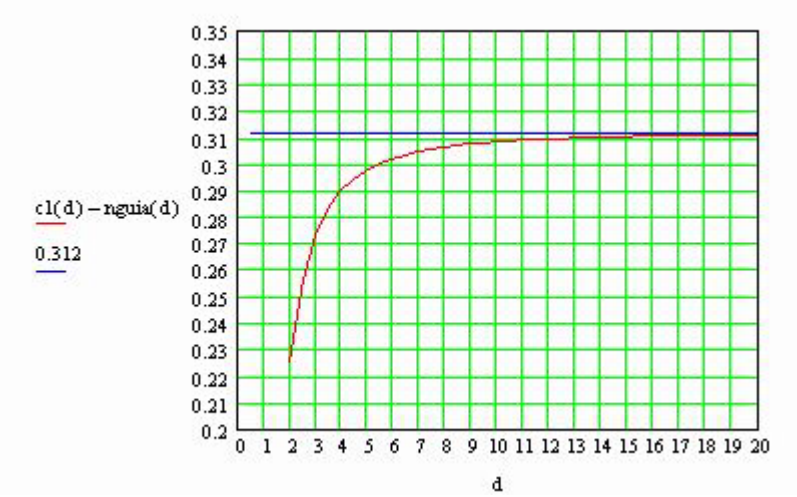
Las curvas anteriores muestran el comportamiento de un emisor cuadrado de 1m de lado sobre el eje perpendicular y central a el. Esto es, damos las exposiciones relativas al centro como el numero de pasos en que difieren estas de la exposición medida a 1m. Las dos gráficas siguientes muestran la diferencia entre un emisor cuadrado plano de 1 metro de lado y un foco puntual que dan la misma exposición a 1 metro de distancia. La primera gráfica muestra la caída de luz con la distancia en paso. En color azul tenemos un foco puntual y en rojo un foco de ventana. La curva azul es por tanto la ley inversa de cuadrados. Como ambos flashes dan la misma luz a 1 metro la caída respecto a esta distancia es 0 y es igual para los dos. A partir de aquí se separan progresivamente. A 1’5 m la diferencia entre ambas curvas es 1/6 de paso y a los 5 m se hace aproximadamente de 0’3 pasos para mantenerse ambas curvas paralelas a partir de los 16m a una distancia de 0’312 pasos. Paralelismo que ya se conservará hasta el infinito. Esteparalelismo implica que el difusor plano acaba comportándose como un emisor



puntual. Estamos interesados en la distancia a la que empieza a suceder esto.

La segunda curva muestra la diferencia en pasos entre la ley de inversas y la caída del difusor plano. En concreto estamos en la zona donde comienza el paralelismo.

¿Que significa todo esto?. Para empezar que, si nos ponemos muy estrictos, un emisor plano cuadrado en el eje



tiene sigue la ley de inversa de los cuadrados a partir de una distancia igual a 16 veces su lado. Puesto que ambas curvas discurren paralelas significa que tienen la misma expresión matemática y que solo se diferencian en un factor de suma de una constante. Esta diferencia es de 0'312 pasos. Así pues podemos emplear el método del número guía para distancias, estrictamente hablando, mayores de 16 veces el lado del difusor a condición de aumentar un tercio de paso (exactamente 0'312 pasos) al valor obtenido. (Simplemente hemos de cerrar un tercio de paso el diafragma. Digo estrictamente porque a partir de solo 1'5 metros (en general a una distancia de 1'5 veces el lado) la diferencia entre el valor real de la exposición del difusor y el del número guía es inferior a 1/6 de paso, con lo que, a efectos prácticos fotográficos a partir de una distancia de solo 1'5 veces el lado se puede emplear el valor ofrecido por el número guía (sumándole el factor 0'312). Pero es que en la parte que no se sigue la ley de inversa de los cuadrados (de 1 a 1'5 m) el error cometido empleando el número guía es inferior a 1/6 de paso. Con lo que podemos terminar diciendo que:

-Para un difusor cuadrado de 1mx1m siempre se puede emplear el método del número guía a condición de emplearlo de la siguiente manera: si estamos entre 1 y 5 metros lo podemos emplear directamente como si fuera un flash puntual y si estamos a mas de 5 metros debemos restar 1/3 de paso a la exposición dada.

Lo dicho está para un flash rectangular de 1mx1m sin embargo he desarrollado un procedimiento que permite extender el anterior a cualquier difusor cuadrado.

Lo que vamos a hacer es reducir un difusor cuadrado de cualquier tamaño a un de 1mx1m. Para ello debemos operar en dos etapas:

Vamos a medir el diafragma a una distancia del centro del difusor igual al lado del mismo. Es decir, si el flash es de 1'5x1'5 vamos a medir el diafragma a 1'5 m del centro. Si el flash es de 2x2 medimos a 2 m del centro.

Vamos a determinar el nυmero guía del flash cuadrado multiplicando el diafragma medido anteriormente por la distancia de referencia. Si el flash era de 1'5x1'5 y medimos un diafragma 45 vamos a multiplicar 45 por 1'5 que son 67'5. Este es el valor del número guía a emplear.

Vamos a emplear las recomendaciones anteriores. Para distancia de una a cinco veces el lado del flash podemos emplear el número guía determinado tal cual y para distancias mayores de 5 veces el lado calculamos el diafragma por el procedimiento del número guía y cerramos un tercio de paso.

Para distancias inferiores a la de referencia (al lado del flash) hemos de emplear la curva adjunta con la precaución de que en la línea horizontal no debemos leer la distancia del flash a la escena sino esta distancia dividida por el lado del flash[5].

Método de trazado de la curva

Partimos de la integral siguiente que denominaremos I:

$$I = \int\int \frac{B \bullet h}{\sqrt{(x^2 + y^2 + h^2)^3}} dxdy$$

Esta función «I» es la iluminación en un punto. Los límites de integración se exponen mas abajo.

El sistema de referencia que empleamos tiene su origen en el punto en el que queremos conocer la exposición y el sistema es paralelo al plano del difusor. Tanto y como x son los tamaños del difusor (altura y anchura). h es la distancia del punto al difusor. Si a es la distancia de la proyección del punto sobre el difusor al borde inferior del mismo. Los limites de integración van de la distancia de la proyección del punto sobre el difusor al borde izquierdo del mismo (cuando se mira de frente, por tanto la coordenada x del punto inferior izquierda, -a) a la distancia de la proyección del punto sobre el difusor al borde derecho, es decir, la coordenada del punto inferior derecha (ancho-a). Así mismo los limites de la y para la integración van de la coordenada y del extremo inferior (-b) a la coordenada del extremo

superior (alto-b).

B es el brillo (en apostilbs) de la ventana. Para el trazado de las curvas lo vamos a tomar como 1 ya que, en el fondo no nos interesa el valor concreto de iluminación sino el valor relativo de la caída de exposición en pasos.

Como quiera que B es una valor desconocido y como afortunadamente a nosotros no nos interesan los valores exactos sino las proporciones que estos guardan entre sí (los pasos) podemos calcular la integral «I» para brillo unitario y a la distancia de referencia.. Esto es calculamos el valor de «I» para B=1. A este valor lo denominamos «Ib1» (I para intensidad unitaria).

Calculamos el valor de la integral para el punto que nos interesa y con brillo también unitario. A este número lo llamaremos I2.

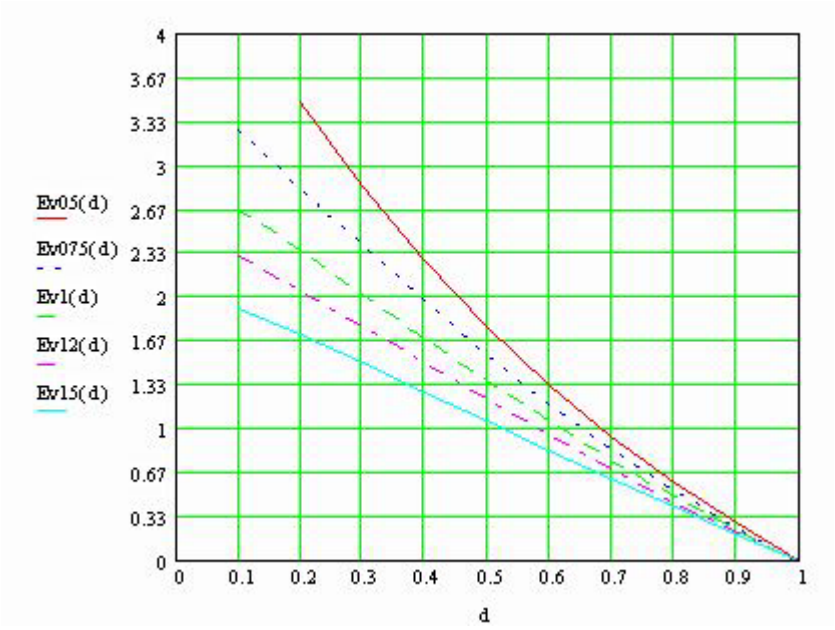
El número de pasos de diferencia entre el valor Ib1 y la existente en el punto que nos interesa (I2) es =3’322*log(I2/Ib1). Es este logaritmo lo que hemos trazado.

Caída de luz para una serie de ventantas

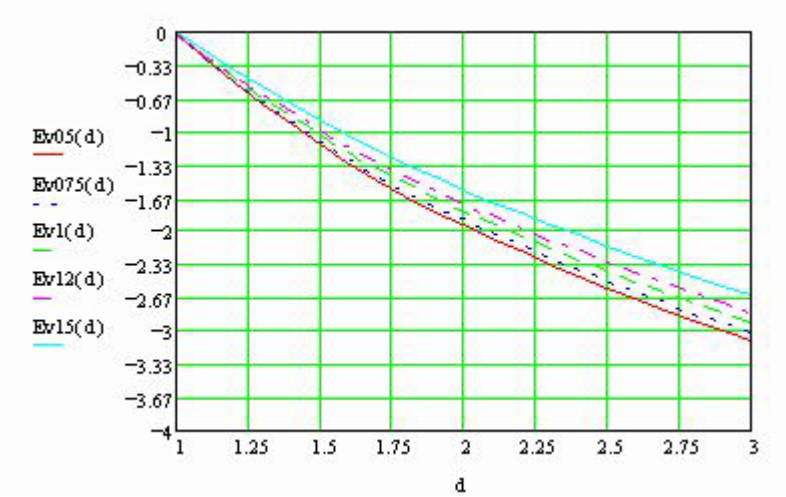
Lo que viene a continuación son una serie de gráficas con las caídas de luz correspondientes a algunos difusores rectangulares. Hay tres curvas ya que el espacio delante del difusor se puede dividir en tres zonas: La zona lineal, que va desde la superficie emisora hasta una vez la distancia de referencia, que habrá de ser el lado o la diagonal del emisor. En esta zona la luz cae linealmente, o sea, al alejarnos el doble la luz cae a la mitad, luego un solo paso y no dos como corresponde a la ley de inversa de los cuadrados. La segunda zona, la de equivalencia, es la comprendida entre la distancia de referencia y tres veces esta misma distancia. En esta zona podemos emplear el número guía ya que la diferencia entre la caída de luz del emisor difuso y puntual es menor a 1/3 de paso. Por último la zona lejana o parabólica, en la que la luz emitida por el difusor sigue la ley de inversa de los cuadrados pero es 1/3 de paso mas alta que la luz correspondiente al foco puntual.

Los difusores listados son, de arriba abajo: 0’5mx0’5x, 0’75mx0’75m, 1mx1m, 1’2mx1’2m y 1’5mx1’5m.

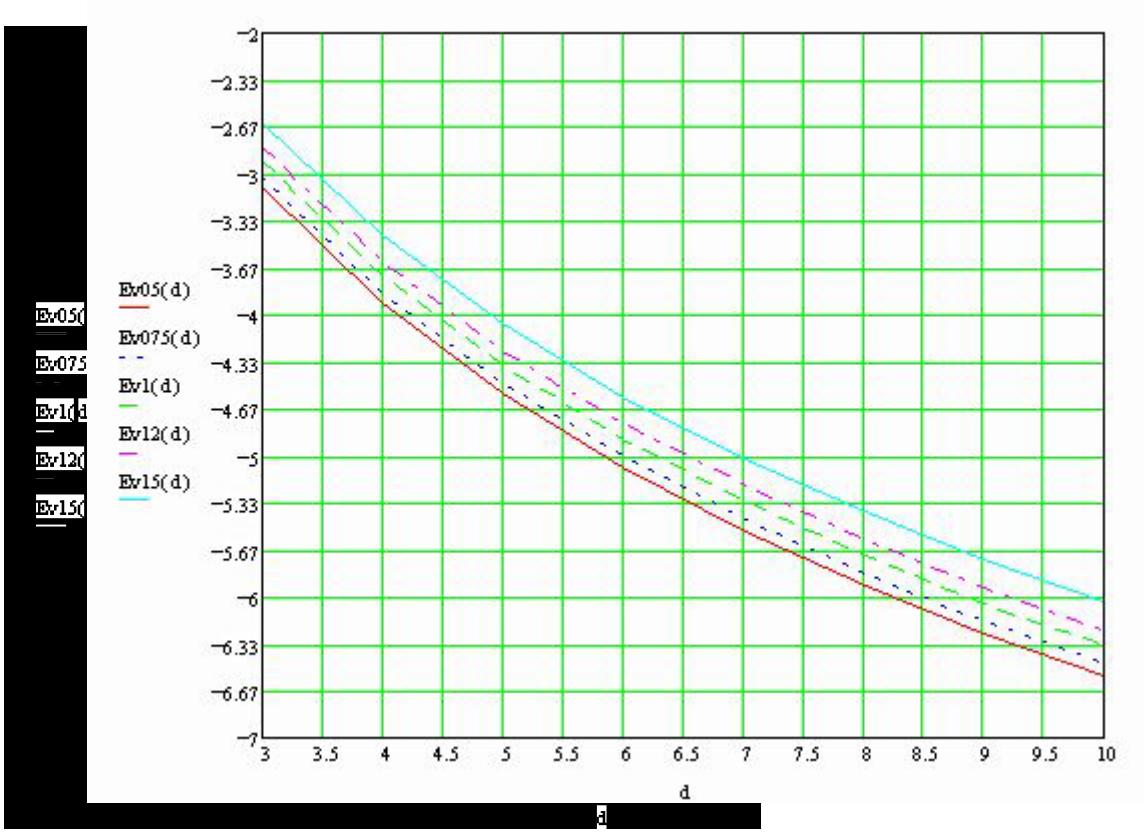
Zona lineal



Zona de equivalencia



Zona lejana



Capítulo 8

CONTROL DE CONTRASTE I.

Concepto de contraste

Traduttore,traditore.

Generalidades

Toda fotografía de una escena es un registro de ésta. Un registro analógico provocado por el sistema óptico[6]. Una traducción de la gama de colores y sus brillos. Las características del medio filtran y distorsionan la realidad de la escena creando otra realidad: la imagen, cercana pero no idéntica a su fuente. Uno de los elementos de este filtrado es el contraste. Otros serán la respuesta cromática, la relación de tamaños (perspectiva), la nitidez de las figuras ... Cada elemento del filtrado tiene su propia forma de ser manejado: mediante la elección del tipo de soporte, la distancia de la cámara a la escena, la potencia de las lentes, el diafragma usado y la distancia de enfoque (la profundidad de campo), las características de la lente ...

Vamos a tratar el manejo del contraste. La situación ya la hemos comentado: En una escena se presentan una serie de brillos, de tonalidades, que han de volcarse a la película (o al soporte que sea). La diferencia entre el valor de lo más oscuro y el valor de lo mas claro nos da el contraste. Podríamos hablar de los valores correspondientes a los brillos de la imagen, pero lo que realmente nos interesa es la relación que existe entre ellos. La relación de brillos (mal llamada, como ya se ha comentado, de luces) o de pasos.

El contraste de escena

Medir el contraste en pasos es fácil, cómodo y muchas veces más práctico que hacerlo de otras maneras. Simplemente hay que medir por reflexión la exposición necesaria para cada objeto y expresar el contraste como el número de pasos que media entre las extremas.

Las relaciones de brillo o de iluminación suelen ser confundidas a menudo aunque esto no tiene consecuencias prácticas. Si tenemos una iluminación (lux) uniforme sobre una mesa de billar y medimos la exposición de la bola negra y la de la blanca y la expresamos en relación de luces lo que estamos obteniendo en realidad es la relación de brillos, es decir, cuanto más brilla la bola blanca que la negra. Ahora bien, si tenemos dos bolas blancas y se ponen dos focos de forma que cada uno solo ilumine a una de las bolas de manera que, por ejemplo, uno emite ocho veces mas luz que el otro su bola se vería 3 pasos mas clara. Aquí si que estamos midiendo la relación de iluminación, la relación de luces. Pero como quiera que se ha generalizado el uso del término relación de luces vamos a emplearlo aquí en vez del más correcto relación de brillos. La relación, como recordaremos, se indica mediante una fracción que nos dice cuantas veces es mas claro el objeto claro que el oscuro. Este es el contraste de la escena: la diferencia entre el brillo mas claro de la escena y el más oscuro.

Contraste de medio

Pero el soporte en el que vamos a reproducir la escena, el medio, realizará una traducción de estos brillos de la escena. El negro mas negro de la escena se traducirá a otro negro en la imagen. El blanco mas blanco de la escena será interpretado como otro blanco en la foto. Y la diferencia entre ambos valores traducidos no tiene por que ser la misma que en la escena. A la diferencia de brillos en la imagen es a lo que llamamos contraste de medio. Para cada soporte habrá un distinto contraste máximo que limitará la gama de tonalidades a reproducir. Aunque más correcto que decir limitará podríamos decir filtrará. A soportes distintos corresponden contrastes de medio distintos.

No debemos perder de vista que el acto fotográfico (esto es el registro de una imagen) no es un acto final, sino solo intermedio. No hacemos la foto para impresionar la película sino para obtener copias destinadas a la cartera, a la pared de una galería, a las páginas de una revista, a una proyección, a una pantalla de televisión... Habrá un destino final que también impondrá sus propias características y por tanto un tercer contraste: el de la imagen final.

La tabla 1 nos muestra unos valores típicos de contraste de medio para distintos soportes de registro. Estos contrastes son la diferencia máxima que podemos esperar en la traducción de los brillos de la escena. Por supuesto en lo que se traduzca en cada caso es algo que no nos interesa: así en el caso de película química o papel de prensa se traducirá en densidades y reflectancias (en definitiva nuevamente en brillos) mientras que en CCD se traducirá en una corriente eléctrica. Cuando hablamos de CCD nos referimos a los captadores universalmente adoptados hoy día como sensor optoeléctrico, de manera que con ello nos referimos tanto a cámaras de vídeo como a cámaras digitales.

Medio	En pasos	En relación
-Papel de imprenta calidad baja (periódico)	3	8:1
-Papel de imprenta medio (revista, folleto)	4+1/3	16:1
-Papel de imprenta calidad buena (Publicaciones de lujo)	5	32:1
-Diapositiva	6	64:1
-Negativo color	7	128:1
-Negativo BN	10	1000:1
-Polaroid	5	32:1
-Vídeo(sensor CCD)	5+1/3	40:1
-Monitor de ordenador	5	32:1
-Video (cinta, grabación magnética)	20	1.000.000:1
-Registro digital con una profundidad de 8 bits por color.	16	100.000:1

Notas sobre registro electromagnético

A menudo se oye decir que la fotografía electrónica permite mayores contrastes que la química pero esto es una verdad a medias: Estos sistemas (cámaras digitales y escaners, vídeo) constan, como todos los sistemas, de dos partes, toma y almacenamiento, que forman una cadena. El sistema de toma es un sensor tipo CCD que traduce la iluminación que recibe en corriente eléctrica y lo transmite al sistema de almacenamiento (previo procesado). El sistema de almacenamiento normalmente puede ser de dos tipos, cinta magnética o codificación digital. Una cinta magnética tiene un rango dinámico de 60 decibelios. Esto del rango dinámico es como se denomina al contraste cuando se habla de electrónica y decibelios es la medida de la relación, semejante al concepto de densidad pero diez veces mayor. La traducción de estos 60 db son 20 pasos, o sea una relación de luces de uno a un millón. Por su parte el almacenamiento digital permite un contraste (rango dinámico) de 16 pasos (50 db) cuando se emplean palabras de 8 bits. 16 pasos son una relación de luces de uno a cienmil. Ciertamente bastante mejor valor que el máximo de la película química: 9 pasos para blanco y negro. Pero el sistema de toma eléctrico es incapaz de competir tan siquiera con la peor de nuestras películas químicas, sus capacidad

es de 5 pasos y este, al ser el valor mas pequeño de la cadena, es el que determina la calidad[7] de la imagen final.

Aun quedan sin embargos: la grabación de vídeo exige un intervalo de brillos del 3% al 60% lo que hace que todos los tonos de reflectancia superior a 0'6 queden empastados. Este margen se traduce en una escala de 10 grises separados cada uno por un factor raiz cuadrada de dos y un contraste de 20:1. Que son 4 pasos y un tercio. Este es el factor realmente limitativo ya que, aunque la grabación digital permita un margen mucho mayor el monitor y el sistema de procesado de vídeo nos va a empaquetar los brillos de la escena en este margen del 3 al 60%.

El trabajo fotográfico

Profesionalmente las fotos se emplean: para su venta en forma de copias, para su empleo editorial, para su uso cinematográfico (tanto en proyección como en monitores de televisión) y para su uso directo sobre monitores. De todos estos, el medio impreso, el editorial, es una de los mas importantes además de uno de los mas restrictivos. El contraste final a conseguir depende tanto del tipo de papel como del procedimiento de imprenta seguido. Los valores dados son típicos y podemos fiarnos de ellos a la hora de afrontar un encargo. Como se ve si sabemos previamente como se va a reproducir la fotografía podemos tomar decisiones importantes a la hora de apretar el disparador: No tiene ningún sentido intentar trabajar con un contraste de cinco pasos cuando nuestra foto se va a publicar en un papel de mala calidad como puede ser el de un periódico y que solo admite tres pasos, estaremos perdiendo detalle en las sombras y quemando las luces. El papel de calidad media, al que se le asigna normalmente un contraste de cuatro pasos es un papel bastante común y puede marcar nuestro trabajo habitual. Es el papel comúnmente empleado en la mayoría de las revistas y carteles. Un papel de cinco pasos ya es un papel de lujo que se emplea solo en contadas ocasiones. Como se puede observar tanto los soportes químicos (diapo, negativos) como los CCD permiten ajustar su contraste al trabajo de imprenta.

Un contraste tipo

La tinta negra de imprenta refleja el 4% de la luz que le llega. Esto supone una "densidad" de 0'1. Por su parte un papel blanco refleja el 80% de la luz que le llega, o sea una densidad equivalente de 1'4. Estos son los extremos más habituales. Una relación de brillos de 80 a 4 son cuatro pasos y un tercio. A partir de aquí podemos formular un sistema de previsualización que divida la escala tonal en seis segmentos, de los cuales el primero y el último sería de un sexto de paso y el resto de un paso. En el paso central de estos se colocaría el gris medio del 18% equivalente a la zona V del sistema de zonas. Pienso que realmente este contraste de 4 pasos y un tercio debería ser nuestro margen de trabajo. Aun más, dejando el tercio de paso que excede podemos trabajar con un contraste de imagen de 4 pasos y dejar un sexto para las tintas mas oscuras y otro sexto para el blanco del papel.

El control de contraste

Hablamos de controlar el contraste cuando queremos que el contraste de la imagen se mantenga en un valor predeterminado. Hay muchas razones para operar así pero la que más se arguye es hacer que el contraste de la escena sea igual que el contraste del medio. Esto es mas una regla práctica que una verdad cierta y razonable. Pero debido a las situaciones en las que normalmente trabajamos, situaciones con información incompleta sobre la totalidad del proceso de impresión y del que, a menudo solo somos un eslabón, es una regla bienvenida y bastante útil[8].

Normalmente de lo que se trata es de disminuir un contraste excesivo. Pocas veces vamos ampliar el contraste. Caso de ser así normalmente basta con aplicar luz localizada a partes concretas de la escena. Para lo cual basta lo visto hasta aquí.

Para controlar el contraste tenemos dos herramientas básicas: por un lado afectar a la iluminación de

las escena añadiendo nuevas fuentes, esto es el control por técnicas de iluminación. Por otro lado están los métodos de revelado de zonas para blanco y negro o el control mediante los métodos derivados del sistema de preveladura de Young, básicamente el prevelado químico o mediante preexposición con cualquiera de sus variantes (flasheado, exposición previa, exposición simultanea). En el presente texto vamos a dedicarnos a los métodos de control por iluminación, dejando algo de lado los otros.

En cuanto a iluminación lo que más nos puede sonar es emplear la luz de relleno. Tema en el que nos vamos a sumergir a partir de ahora. Terminamos pues la primera sección de este libro que ha estado dedicada a las generalidades de la iluminación y entramos ahora en la segunda parte que trata ya sobre como efectuar el control de la escena con lo expuesto.

PARTE II

Capítulo 9

LUZ DE RELLENO

Con brillo uniforme.

Exposición del problema

Tenemos dos motivos que nos interesan. Cada uno requiere una exposición diferente. Si exponemos para el mas claro el oscuro quedará subexpuesto. Si exponemos para el oscuro el mas claro se quemará.

Hay tres acercamientos para enfrentarse a este problema de una forma fotográfica: mediante la iluminación, mediante la exposición y mediante la preexposición.

Por supuesto otras formas de atacar el problema, acaso mas empleadas, son la alteración de los elementos de la escena. Como por ejemplo la costumbre de Néstor Almendros de teñir con té las telas blancas para rebajarlas algo.

Preexposición

También llamada *preveladura*. Su origen está en el director de fotografía F. Young quien lo definió en un artículo en American Cinematographer, del que hay una versión española en el número de Abril del 68 de Arte fotográfico. Consiste en elevar el nivel de velo mediante una exposición extra. Esta exposición se hace puede hacer de tres manera:

Previa

En la que se vela ligeramente toda la superficie del negativo. Es la forma básica del método de Young. Se emplea a veces en fotografía realizando una doble exposición. En la primera de las cuales se expone ligeramente (de tres a cuatro pasos subexpuesto) una cartulina gris del 18%. Según su inventor la preveladura que da mejores resultados se sitúa en un 20%.

Simultanea

También llamada flasheado. Lo empleó por primera vez V. Zsigmond en el año 73. Consiste en emplear un accesorio que dirige luz hacia el objetivo, con lo que se realiza la veladura a la vez que la exposición principal. Se emplea muy a menudo en la duplicación de negativos y diapositivas ya que en este uso es necesario rebajar el contraste del original.

Química

Consiste en someter el material virgen a un baño químico que de un velo uniforme a toda la película.

Exposición

Consiste en emplear la parte no lineal de la curva característica para reducir la diferencia de densidades en el material. Su empleo no va a ser tratado en estas páginas. Para su uso debe tenerse en cuenta que hay que realizar los cálculos a partir de una curva de confianza. Las curvas que dan los fabricantes son promedios. Los valores concretos pueden variar de un lote de fabricación a otro y aun peor: pueden variar si cambiamos de instrumento de medida. Densitómetros con diferentes aberturas pueden ser influenciados de manera distinta por el grano de la película y dar lecturas distintas sobre una misma muestra de película.

Luz de relleno

Es la técnica en la que vamos a centrarnos.

Consiste en añadir una luz que, sumada a la existente, permita subir la exposición del objeto más oscuro. El objeto más oscuro solo subirá si la iluminación sobre los dos sujetos interesantes es distinta. Así una persona junto a una ventana queda iluminada por ambos lados de su cara de forma distinta, mientras uno recibe la luz de la habitación el otro recibe la de la calle, como la piel es la misma la reflectancia es igual, pero no el brillo, de forma que al añadir una luz de relleno la mejilla oscura reflejará mas cantidad de luz que la mas clara, por el contrario cuando dos objetos de reflectancia distinta quedan bajo una luz uniforme, por ejemplo el novio y la novia o las dos bolas de billar, al añadir una luz extra no cambiará su relación de luces ya que la relación (de brillos) quedará constante.

Sí se puede equilibrar con relleno cuando este no afecta a los dos objetos. Es decir mediante luz localizada.

El problema se centra en que hay dos motivos interesantes cuya diferencia de exposición es demasiado para el medio que queremos emplear como para que se puedan reproducir los dos.

La luz añadida cae sobre los dos motivos. Puede caer en igual cantidad o en distinta. Si cae la misma cantidad de luz sobre ambos motivos diremos que hacemos una luz de relleno general. El extremo es que solo caiga sobre uno. En este caso decimos que la luz de relleno está localizada. A menudo nos vamos a encontrar en un término medio.

Elementos del problema

Nuestro problema reside en que hay dos exposiciones diferentes. Las razones por las que hay dos exposiciones diferentes son dos: por brillo intrínseco distinto de los motivos o por iluminación distinta. Diferenciar esto es importante. El brillo intrínseco se materializa en la reflectancia del objeto, así no es el mismo problema cuando dos objetos son uno claro y otro oscuro que cuando hay luz en un sitio y sombra en otro.

Clasificaciones

Podemos hacer así cuatro diferencias:

1. Igual brillo igual iluminación
2. Igual brillo distinta iluminación
3. Distinto brillo igual iluminación
4. Distinto brillo distinta iluminación

Esta casuística no es completa, solo contiene aquellos casos en los que los motivos reflejan luz. También está el caso en que uno de los motivos contiene luz propia. Las transparencias y especialmente la fotografía en exteriores con cielo.

Igual brillo igual iluminación

Realmente aquí no hay nigún problema. Si los dos motivos interesantes tienen igual brillo y se iluminan con la misma cantidad de luz ambos establecen la misma exposición, por lo que el contraste es 0.

Igual brillo distinta iluminación

Es el ejemplo de la persona a la vera de una ventana, iluminada de un lado por la calle y de otro por la habitación. Nos dedicaremos en profundidad a este problema.

Distinto brillo igual iluminación

Un problema simple: no hay solución con luz general. Si añadimos la misma luz de relleno a ambos motivos no cambiará el contraste. Solo se puede solucionar, si nos empeñamos en hacerlo con luz de relleno, mediante luz localizada. Dos ejemplo serían: el novio y la novia en un exterior, si empleamos un flash portátil, como suele suceder en este tipo de trabajos, ambos van a recibir la misma cantidad de luz y reflejaran el mismo porcentaje, con lo que no varía su diferencia. Aquí deberíamos concentrar la luz sobre el traje negro del novio.

Otro problema se da en moda: la modelo tiene chaqueta negra y blusa blanca... Es muy difícil concentrar la luz...

Distinto brillo distinta iluminación

Es acaso un caso mas general pero afortunadamente simple de solucionar si empleamos luz localizada. Le dedicaremos una sección solo para el. Un caso concreto muy interesante, por lo habitual de esta situación, se da cuando hay que compensar un interior y un exterior.

Sin embargo este último caso de figura reflectante y fondo iluminante es análogo en su resolución al de brillo distinto y luces distintas. De hecho el fondo iluminante no va a recibir ninguna luz de relleno por lo que podemos encuadrarlo si problemas en esta categoría.

Vamos a comenzar por el caso 4º de forma básica. Es decir la compensación de un exterior o de una habitación interior con vistas a un exterior.

Posteriormente dedicaremos varios capítulos al problema 2º, igual reflectancia distinta iluminación, y terminaremos con un capítulo en el que esbozaremos procedimientos de cálculo para enfrentarnos al resto de los casos del problema 4.

Capítulo 10

Solución al relleno I

El contraluzSolución al relleno I

Problema

Fijémonos en el contraluz: queremos una buena exposición tanto para la figura como para el fondo. Como podemos imaginar, si se expone para el fondo la figura queda subexpuesta; si exponemos para la figura el fondo queda sobreexpuesto. La forma de operar va a ser añadir tanta luz como sea necesario al primer término (la figura) para que iguale la exposición del fondo. Por tanto se trata de subir un motivo una cantidad s de pasos.

Soluciones

Solución analítica

Para ello la solución analítica pasa por calcular la función siguiente (ya conocida)

$$n = 3'322 \bullet \log(2^s - 1)$$

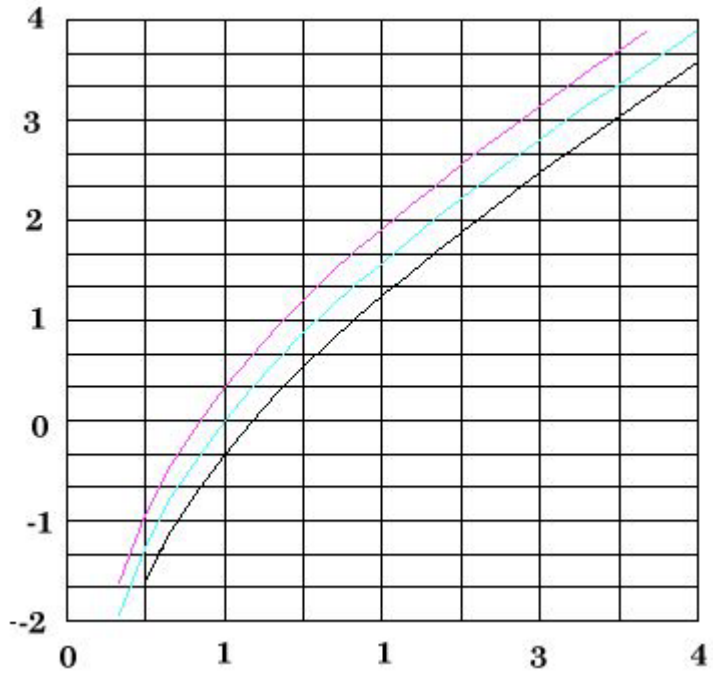
que nos indica el número de pasos que hay que añadir a la figura para igualar el fondo. Para evitarnos tener que calcular se da mas abajo una solución gráfica y otra heurística.

Solución gráfica

Para resolver el relleno hemos de comenzar por saber las exposiciones que hay que dar tanto para le fondo como para la figura. La forma más correcta sería realizar una medición con un fotómetro puntual y actuar en consecuencia (recuérdese el capítulo dedicado a fotometría), si no tenemos un fotómetro puntual podemos medir la luz reflejada por el fondo y la incidente en la figura y colocarla adecuadamente en nuestra escala de tonos. Una vez tomadas estas dos medidas hemos de quedarnos con la diferencia en pasos entre ambas. Esto es el contraste de la escena.

La exposición a ajustar en la cámara será siempre la del fondo, ya que no podemos modificarlo y debemos añadir la luz según se puede ver en la curva 1. En la recta horizontal tenemos este contraste de la escena en pasos. En la vertical se lee el número de pasos que habrá que añadir a la figura (realmente al motivo mas en sombra) para compensar la luz del fondo. Estos pasos se añaden bien controlando la potencia del flash o bien colocándolo a una distancia conveniente. Así, si por ejemplo la figura era 1/60 a f:2'8 y el fondo 1/60 a f:5'6, la curva dice 1'585, es decir aproximadamente 1'5 pasos mas que la exposición de la sombra, por lo que debemos ajustar el flash de manera que de una exposición de 1/60 a f:4+1/2.

Solución gráfica



La curva se da como una curva de dispersión. Hay tres líneas, la central es el valor exacto que añadido al motivo mas en sombra compensa el motivo mas en luz. Las líneas superior e inferior indican los valores máximo y mínimo que podemos dar para obtener un error de exposición de 1/3 de paso como mucho. Es decir, levantando una línea vertical desde el punto de contraste de escena la solución buscada está en cualquier punto del segmento recto que queda entre las curvas superior e inferior.

Solución heurística

Como es normal nadie va a emplear la dichosa curva cuando trabaja. Pero si nos fijamos bien en ella podemos obtener una conclusión práctica que se resume en:

1. *-Si la diferencia es de 1 paso. Añadiremos la misma luz que ya hay en la sombra. (El flash se calcula para que de una exposición igual a la que se debe dar al motivo en sombra).*
2. *-Si es de 2 pasos añadiremos a la sombra 1'5 pasos (caso del ejemplo anterior)*
3. *-Si es de 3 o mas pasos añadir la misma luz que hay en el fondo (en el motivo mas en luz.)*

Si la diferencia de luz entre fondo y figura (entre motivo claro y motivo oscuro) es de valores intermedios podemos añadir la luz que media entre las soluciones propuestas. Si por ejemplo la diferencia fuera de 2'5 pasos añadiríamos la media entre que fueran 2 pasos y 3. Es decir así como 2+1/3 o 2'5 pasos. Lo importante es que el error siempre se mantenga menor que 1/3 de paso. La curva indica la dispersión posible para mantenernos dentro del margen de error, cualquier valor entre las curvas extremas puede emplearse como sustituto del valor correcto, que es el de la línea central.

Un observación sobre ahorro de energía

Una observación a hacer es el ahorro de energía posible. Por ejemplo si el contraste inicial es de 2 pasos, los valores posibles a añadir van de 1+1/3 a 2 pasos del valor que ya hay en la sombra,. En un caso real como ejemplo vamos a suponer que la exposición para la figura es de 1/60 a f:5'6 para ISO

100/21, esto suponen 5.000 lux para un contraste de 2 pasos en la escena habría que añadir una cantidad entre 12.700lux (1+1/3 de paso) y 20.000 lux (dos pasos) lo cual supone casi doblar los recursos de iluminación, tan caros cuando se habla de una producción cinematográfica en exteriores[9].

Capítulo 11

CLAROSCURO I

Solucionario

Problema:generalidades

Llamamos relleno tipo claroscuro I al que se produce cuando en la escena hay al menos dos motivos de interés, separados por ci (contraste inicial) pasos que reciben la misma cantidad de luz de relleno. Es el caso típico de un retrato junto a una ventana, de donde recibe el nombre.

Nos vamos a centrar en el tipo expuesto como 2. Es decir aquel en el que la reflectancia es igual y la iluminación distinta.

Vamos a tratar aquí tres casos concretos de relleno estilo claroscuro. Vamos a dar las tres soluciones para dos casos concretos. Solución analítica (una formula), gráfica (una curva) y heurística (unas reglas) para este problema con los contrastes de medio 1:3 y 4 pasos (la recomendación para retrato y la de imprenta de calidad normal).

Para comenzar decir que la solución analítica viene de la función:

$$n = 3'322 \bullet \log \frac{2^{ci} - 2^{cf}}{2^{cf} - 1}$$

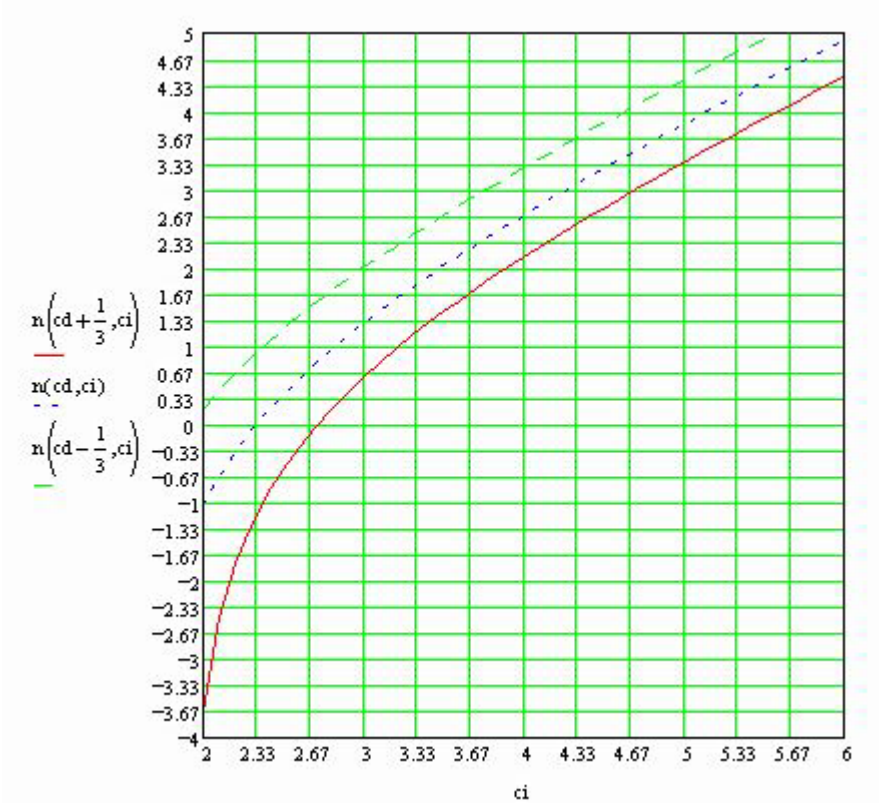
Donde n es el número de pasos de luz a añadir a la sombra. ci es el contraste inicial y cf el contraste final que queremos obtener.

Soluciones

La relación 1:3

Como se ha comentado anteriormente la relación de luces 1:3 es bastante usual entre los fotógrafos. Es una relación recomendada por Kodak para trabajos generales y además es bastante fácil de obtener con un equipo de luces incluso discreto. Solo hay que contar con un mínimo de dos luces poniendo una a la mitad de potencia que la otra. Tan fácil es que probablemente sea esta la raíz de su popularidad mas que el tratarse de la recomendación de un fabricante. Bien, como queda dicho una relación de “luces” de 1:3 implica un contraste de 1’585 pasos. Y esto está medio camino del paso y medio (1’5) y del paso y un tercio (1’666) pero más cerca del paso y un tercio.

Solución gráfica



La gráfica muestra el número de pasos que debe tener la luz de relleno respecto a la exposición necesaria para la sombra.

Solución analítica

La función matemática que nos dice cuantos pasos hay que añadir a la sombra para subirla es:

$$n = 3'322(\log(2^{ci} - 3) - 1)$$

Solución heurística

Las reglas prácticas son:

1. *-Si el contraste inicial es de dos pasos, añadir un paso menos que lo que hay en la sombra.*
2. *-Si el contraste inicial está entre 2 y 4 pasos y medio podemos añadir un paso y medio menos que la exposición mas alta.*
3. *-Si el contraste inicial es mayor de 4 pasos y medio, añadir un paso menos que la que hay en las luces.*

Tabulando los valores realmente calculados:

Contraste inicial	Desde el oscuro	Desde el claro

2	-1	-3
2’5	1/3	-1+2/3
3	1+1/3	-1+2/3
3’5	2	-1+1/2
4	2+2/3	-1+1/3
4’5	3+1/3	-1+1/6
5	3+5/6	-1

Las columnas significan: Contraste inicial (diferencia de pasos entre los dos motivos en la escena). Número de pasos que debemos ajustar la tabla del flash contando a partir del valor de exposición del motivo más oscuro. Número de pasos que debemos ajustar el flash contando a partir del valor de exposición del motivo mas claro. La tabla es una exposición de los valores realmente calculados las tres reglas una simplificación práctica.

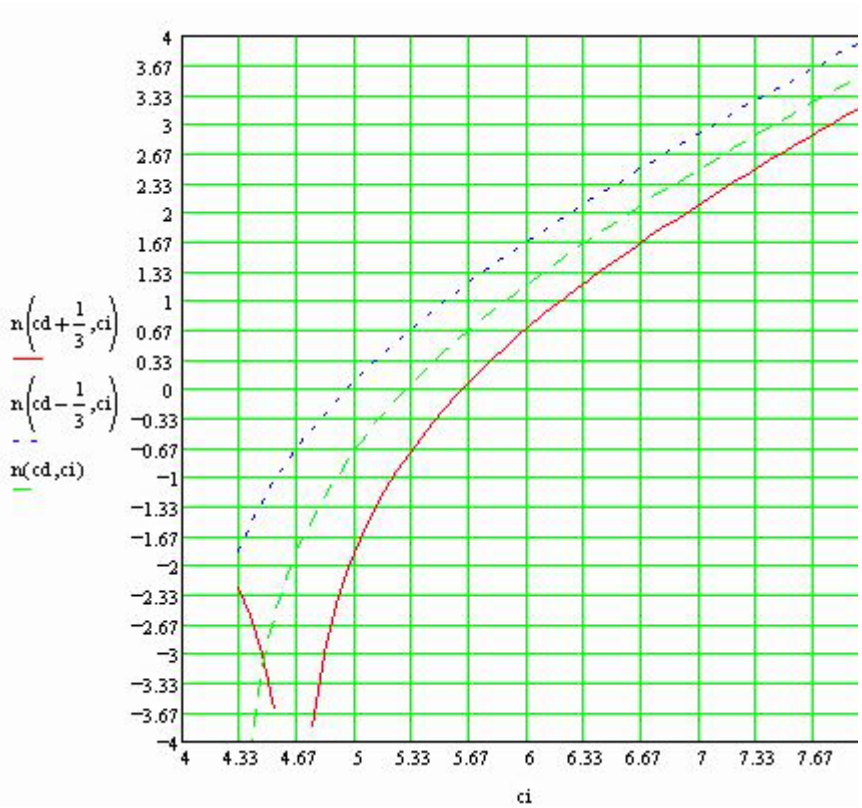
Por ejemplo, en la línea correspondiente al contraste de escena (inicial) 4 (pasos) se lee que se deben añadir 2+2/3 pasos a la sombra y que estos 3’7 son aproximadamente 1+1/3 pasos por debajo (de ahí el signo negativo) de la luz. Si por ejemplo la sombra es f:2’8 y la luz f:11 añadimos dos pasos y dos tercios a esta, decir, ponemos un foco (flash) que dé un f:5’6+2/3 o bien un paso y tercio por debajo de la luz, es decir nuevamente 5’6+2/3..

La relación de 4 pasos y un tercio

Esta es la relación que hemos llamado de imprenta ya que supone unas tintas que reflejan el 4% de la luz que le llega y un papel que refleja el 80%. De estos 4 pasos y un tercio es recomendable tener en cuenta solo los cuatro pasos centrales y dejar el tercio repartido por igual en las luces y las sombras. De esta manera el blanco con detalle estará un sexto de paso por debajo del blanco del papel y no se quemará mientras que el detalle de las sombras quedará un sexto de paso por encima del negro máximo y no se empastará.

Solución analítica

La función cantidad de luz de relleno es:



$$n = 3'322 \bullet \log(2^{ci} - 16) - 3'9$$

Solución gráfica

Cuya gráfica es:

Solución heurística

Por su parte las reglas para trabajar se muestran en la tabla siguiente. Obsérvese que los valores se dan como el número de pasos que la luz de relleno debe ser menor que el valor de la luz, no de la sombra:

CI	**añadir a la sombra**
4'5	**-3**
4+2/3	**-2**
5	**-2/3**
5'5	**1/3**
6	**1**
7 o mas	**2**

Capítulo 11

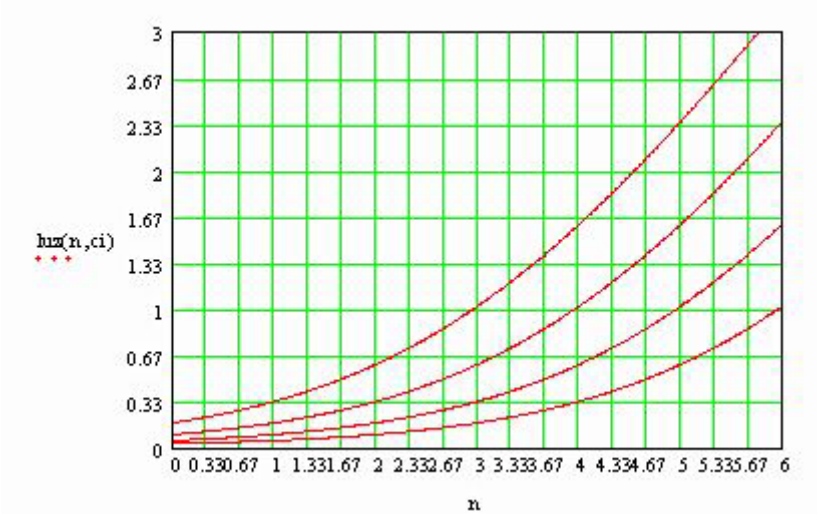
El Control del contraste II

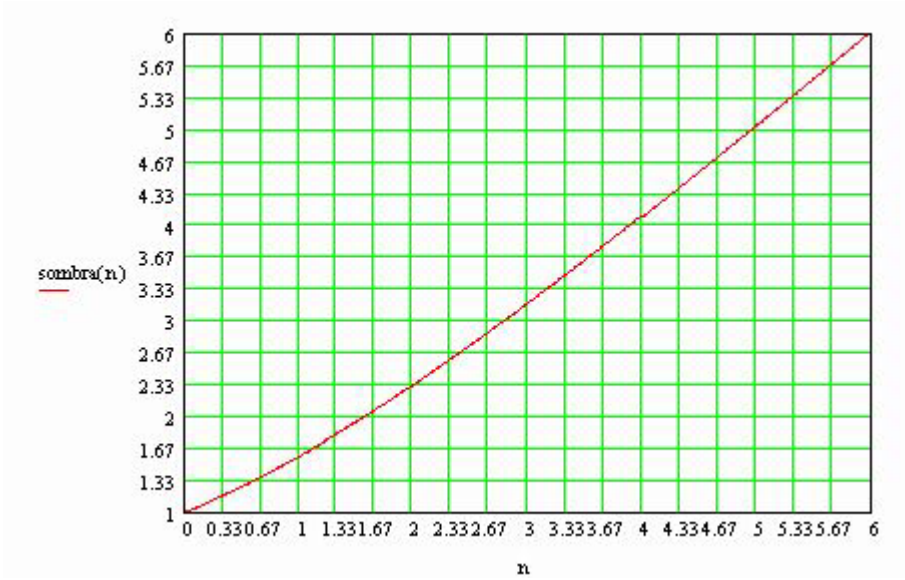
Una solución general para igual reflectancia

El problema del control de contraste

Explicado ya el tema del contraste de medio ahora debemos fijar nuestra atención en como se puede relacionar la gama tonal de la escena y la gama tonal del medio. Esto es, como interpretar el contraste de la escena en la imagen. El caso típico es el de una escena cuyo contraste excede de las posibilidades del medio. En la escena hay seis pasos de diferencia y queremos obtener una foto para un anuncio que se va a publicar en un papel de imprenta de calidad media (4 pasos). Por supuesto vamos a emplear diapositiva. La diapositiva tiene una gama de contraste de 6 pasos, por lo que en principio estaríamos tentados de no hacer nada; después de todo la diapo es capaz de captar todos los detalles de la escena. Pero la diapo es solo un medio, la imagen final es en papel de revista y debe tener un contraste de 4 pasos: debemos enlatar los seis pasos de la escena en los cuatro de la revista. Otro caso, el ya comentado de los novios. Si exponemos para el novio, de negro, la novia, de blanco, sale quemada. Si exponemos para la novia, el novio sale empastado. Sin embargo para este caso la relación de brillos quedará igual sea cual sea si añadimos la misma cantidad de luz a ambos. En este caso conviene dar una iluminación localizada para el motivo más oscuro.

Normalmente el problema lo va a crear el que la escena tenga un contraste mayor que el de la imagen final. Si el de la escena es menor no hay problema. Aquí deberíamos hacer un inciso y hablar del contraste efectivo: una cosa es el negro mas negro de la escena y otra el negro más negro en el que quiero detalle. Un reflejo cromado indudablemente será lo mas claro de la escena pero seguramente el traje de la novia sea menos blanco y es este tono el que nos interesa y no aquel. Para hablar con propiedad Ansel Adams creó su sistema de zonas y el paso previo que supone la previsualización. De esto ya hemos hablado en el capítulo dedicado a la medición de la exposición y no vamos a volver sobre el tema. Vamos a recordar un poco de que va para no tener que andar dándole vueltas al libro: Una cosa que ofrece el sistema de zonas es un vocabulario propio para referirnos a la medición de las tonalidades. El sistema de zonas es un método que permite mediante el análisis de la escena y un revelado adecuado encajar el contraste de la escena en el contraste del medio siempre que la imagen sea papel en blanco y negro. Aunque es un método para ajustar el contraste no lo vamos a estudiar aquí ya que nos interesan mas los métodos de control del contraste mediante técnicas de iluminación. Las gráficas muestran como se alteran respectivamente los motivos en sombra y en luz al añadir una luz de relleno n pasos mas grande que el valor de exposición de la sombra. La segunda gráfica muestra por su parte que cantidad de luz de relleno hay que añadir (contando en pasos desde el motivo en sombra) para comprimir el contraste, cada curva muestra un contraste inicial distinto. En la horizontal esta el número de pasos a añadir. En la vertical el contraste que queremos obtener. Las curvas están dadas para contrastes iniciales de (arriba abajo) 8, 7, 6, 5, 4, 3 pasos.





Volvemos a tratar la escala de zonas:

Zona 0: **Negro máximo que puede dar el papel.**
Zona I: **Sombras con poca luz, Habitaciones sin luz,**
Zona II: **Se comienzan a adivinar detalles.**
Zona III: **Sombras con detalle.**
Zona IV: **Hojas oscuras, piedra oscura, sombras en paisajes.**
Zona V: **Gris medio. Carta neutra de 18% de reflectancia. Piel oscura. Cielo.**
Zona VI: **Piel blanca al sol. Nieve en sombra. Edificios de hormigón con cielo nublado.**
Zona VII: **Detalle en las altas luces. Detalles de los trajes de novia. Paredes blancas con detalles. Nieve con luz rasante.**
Zona VIII **Superficies brillantes. Nieve con luz plana.**
Zona IX **Primer gris distinto del blanco del papel. Reflejos cromados.**
Zona X **Blanco del papel.**

Debemos fijarnos en dos cosas:

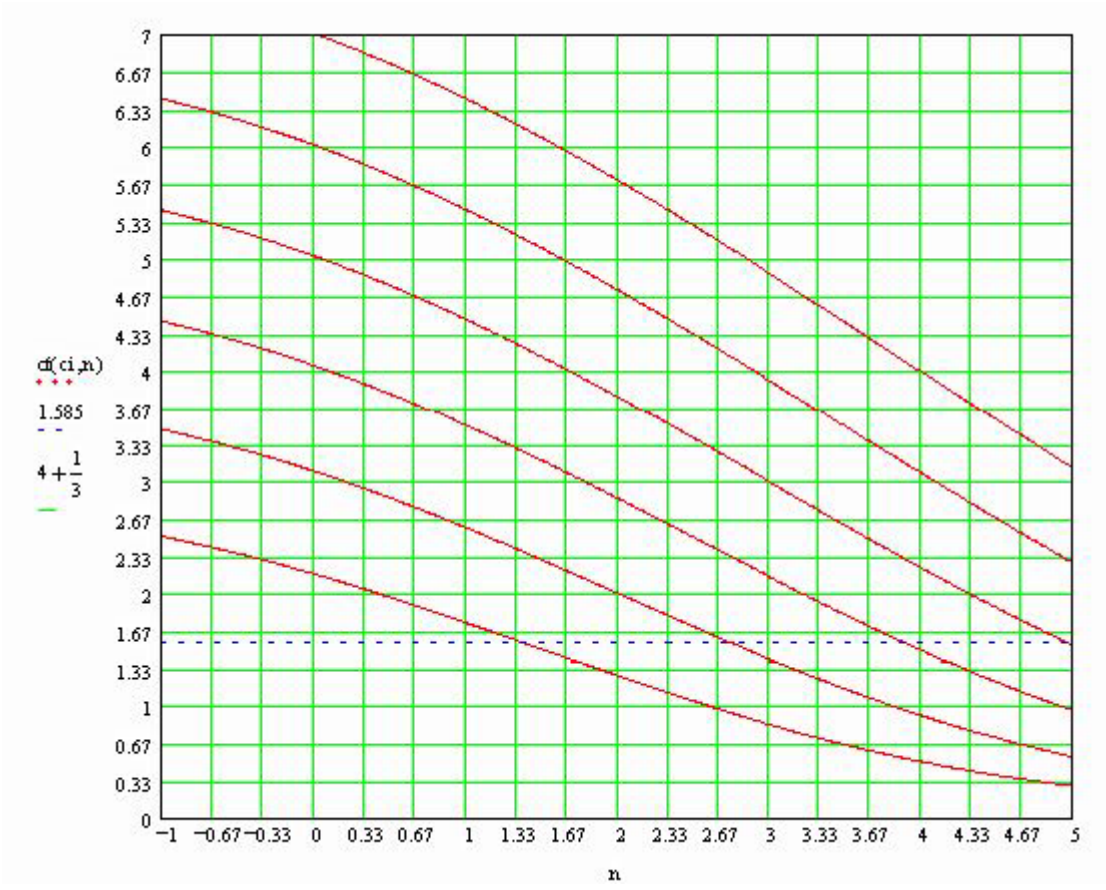
1. *Que los valores extremos de la escena no son los de detalle, por lo que el contraste que realmente nos interesa es siempre menor que el que tenemos. Buscamos el detalle en la sombra, no el negro de esta.*
2. *En la escala de zonas los valores a buscar serán los correspondientes a detalles en sombra (zona III para color y BN y IV para diapo), gris medio (siempre zona V) y detalle en luces*

(Zona VI y medio para diapo y VII para los demás.

Siete menos tres son cuatro. Estos valores pueden servir para un papel de revistas de calidad media-alta. Según el uso a dar a la imagen estos valores de sombra con detalle y detalle en la luz deben marcar nuestros límites de trabajo y deberíamos ponerlos ligeramente distanciados de los extremos reales de la imagen final.

Vamos por nuestros novios: El fotómetro TTL puntual nos dice que el necesita 1/125 a f:4 y ella 1/125 a f:32. Seis pasos. Queremos encajarlo en 4 pasos. ¿Como lo hacemos?.

Vamos a pensar por un momento: ¿que pasa si añadimos una luz que ilumine toda la escena?, vamos a poner un flash portátil en la cámara y vamos a disparar. El flash, por si solo dice que da una exposición correspondiente a f:5'6. La sombra, que recibe los f:4 de la luz ambiente mas los f:5'6 del flash subirá su exposición en un paso y medio aproximadamente. La novia, que suma su f:32 y el f:5'6 ni se entera, ya que el flash solo ha añadido un brillo cuatro pasos por debajo del que ya tenía, es decir a aumentado este en un 6% mientras que para que se hubiera notado debería haber aumentado el brillo en al menos un 26% (un tercio de paso). En principio podemos pensar que como la sombra sube mas que la luz, es decir, que como de los dos motivos siempre el que es mas oscuro va a subir una cantidad proporcionalmente mayor que lo que va a hacer el motivo mas claro después de añadir la luz el contraste va a ser menor que en un principio. Sin embargo estamos pensando apresuradamente.



Un método de trabajo

Observaciones

En resumidas cuentas: Al añadir luz una escena las sombras se aclaran una cantidad de pasos mayor que lo que lo hacen las luces. Esto produce una compresión del contraste. Para equilibrar los tonos y que no se sobreexpongan solo hay que actuar en consecuencia con el diafragma y la velocidad cerrando el número de pasos adecuado (palabra mágica... ¿cual es el número de pasos adecuado? en seguida lo veremos).

Vamos a recordar como se altera la escena cuando se añade una luz. Esta tabla ya la hemos dado en una página anterior. Expresa como se alteran dos motivos cuando sobre ellos cae la misma cantidad de luz. Como queda dicho en una sección anterior el caso mas general que puede presentarse es que la luz sea distinta en dos motivos, pero para eso no hace falta ningún cálculo. Vamos a tratar de aclarar como trabajar la compresión de luz empleando, por ahora, la misma cantidad de luz en ambos motivos.

ci	Añadimos	Sube la sombra	Sube la luz
2	0	1	1/3
2	1	1+2/3	2/3
2	2	2+1/3	1
3	0	1	0
3	1	1+2/3	1/3
3	2	2+1/3	2/3
3	3	3	1
4	0	1	0
4	1	1+2/3	0
4	2	2+1/3	1/3
4	3	3	2/3
4	4	4	1
5	0	1	0
5	1	1+2/3	0
5	2	2+1/3	0
5	3	3	1/3
5	4	4	2/3
5	5	5	1
6	0	1	0
6	1	1+2/3	0
6	2	2+1/3	0
6	3	3+1/6	1/6
6	4	4	1/3
6	5	5	2/3
6	6	6	1

La tabla dice, para cada contraste inicial de la escena cuanto sube la sombra y cuanto la luz. Aunque de apariencia complicada es bastante simple de usar. Solo debemos pensar en la suma de dos luces y recordar que si ambas son iguales la exposición final será 1 paso mayor que la de cualquiera de ellas sola. Si son un paso distintas la final será 2/3 mayor que la mas grande, si son dos pasos diferentes entonces la final será 1/3 mayor que la mayor de ellas y que a partir de 3 pasos la luz mas pequeña no influye en la exposición, debiéndose toda la exposición a la mayor.

La columna 1 de la tabla indica el contraste inicial. La 2ª se refiere a la cantidad de luz añadida con respecto a la exposición de la sombra, del motivo mas en sombra. Así 1 indica que se pone un paso mas que la exposición que requiere la sombra (con lo que esta sube un paso y dos tercios).

Explicación del proceso

El método propuesto es el siguiente: Como la luz alta va a subir poco al añadir el relleno, vamos a suponer que está bien en su sitio, es decir, vamos a suponer que no se va a mover de su zona y que solo va a subir la sombra. Por supuesto esto es mentira pero la subida de la luz, insisto, puede ser muy pequeña, de cualquier manera y solo en principio vamos ha hacer como si no se alterara. Lo primero

será ver la diferencia entre el contraste que queremos obtener (el contraste de medio) y el de la escena. Esto nos da el número de pasos que hay que subir la sombra. De la tabla sacamos cuantos pasos de luz hay que añadir a la escena (medidos, como ya se ha dicho, desde el valor de exposición de la sombra). Este número de pasos a añadir habrá que corregirlo posteriormente según suba el motivo claro. Por último el diafragma se encargará de colocar las tonalidades en su lugar adecuado.

Un ejemplo

Pensemos por un momento en nuestro retrato junto a la ventana. Entre el lado iluminado por el cielo y el iluminado solo por la habitación hay 5 pasos. La foto va destinada a una publicación con tres pasos de contraste. Por ejemplo la mejilla en sombras necesita un diafragma 5'6 y la clara un 32. Vamos a suponer que al añadir la luz la parte mas iluminada va a seguir necesitando un diafragma 32. Como hay 2 pasos de diferencia entre el contraste que queremos y el que tenemos deberíamos subir la sombra dos pasos. Para subir estos dos pasos, según la tabla, hay que añadir casi dos pasos. (Si ponemos dos pasos la sombra subirá dos pasos y un tercio). Vamos añadir dos pasos. Esto lo hacemos poniendo una fuente que, si estuviera sola diera una exposición de 2 pasos mas que la de la exposición correspondiente al lado en sombras, o sea una exposición f:11. Los f:11 de la luz de relleno mas los f:5'6 de la luz ambiente dan una exposición, para la sombra de f:11+1/3. Por su parte el lado mas iluminado, que también recibe esta luz, habrá subido algo. Se suman los f:32 de la luz inicial con los f:11 del relleno. Como estas luces se separan 3 pasos la subida que se provoca en la mejilla clara es de 1/6 de paso, valor inferior al 1/3 que es el error máximo admitido. De esta manera la diferencia entre ambas mejillas, después de compensar, es de dos pasos y un sexto, prácticamente el contraste que queríamos.

Pero no acaba aquí el trabajo, ahora hay que ajustar el diafragma de la cámara: Podemos situar el diafragma en el valor medio entre el 11+1/3 de la negra y el 32+1/6 de la blanca, lo que nos da un f:16+1/2.

Valores exactos

El valor exacto para subir la sombra dos pasos habría sido:

$$n = \log_2(s-1) = 1 + \frac{2}{3}$$

Donde s es el número de pasos que queremos subir la sombra. El resultado es por tanto un paso y dos tercios.

Por su parte, al añadirse un paso y dos tercios a la sombra, a la bola blanca se la habrá sumado una exposición tres pasos y un tercio menor que ella por lo que subirá 0'14 pasos, es decir algo mas que un sexto.

Algoritmo general

El procedimiento queda pues dividido en dos partes: En la primera se analiza la escena y las necesidades y se añade la luz. En la segunda etapa se procede a ajustar la exposición en la cámara. Esta segunda etapa se emplean las ideas apuntadas en el capítulo dedicado a fotometría.

Así pues el método de trabajo queda:

- *1- Ver cuantos pasos difiere el contraste de la escena del medio.*
- *2- Esa diferencia es el número de pasos a subir la sombra.*
- *3- Añadir la iluminación necesaria para que la sombra suba.*
- *4- Fijarse en cuanto ha subido la luz y corregir la luz añadida si procede.*

- *5- Ajustar el diafragma de la cámara según las ideas generales de fotometría.*

De cualquier manera siempre hay un método rápido que consiste en que la luz a añadir siempre va a estar comprendida entre el valor de luz de la sombra y el de la luz. En el primer caso la sombra subirá un paso, en el segundo será la luz la que suba un paso, dentro de este margen siempre podemos actuar a sentimiento.

El método presentado estudia el caso en que la luz añadida afecta por igual a todos los motivos interesantes. Para el caso mas general de luces diferentes con alteraciones diferentes, por ahora, solo podemos remitir al apéndice donde se muestran unas curvas para realizar esta labor para una serie de contrastes de medio típicos

Capítulo 12

El control de contraste con brillos desiguales

El contraste de una escena depende del brillo de los motivos. A su vez el brillo depende de dos factores: la cantidad de luz que cae sobre cada motivo y la reflectancia del mismo. A estos dos brillos los vamos a llamar brillo inducido y brillo propio.

Supongamos dos motivos de reflectancia distinta. Es decir uno más oscuro que el otro. Cada uno lo iluminamos con una luz distinta. Por ejemplo tenemos una bola blanca y una negra de billar. Iluminamos ambas con una misma luz. Por ejemplo 1000 lx. Entonces la bola blanca brilla con 0'6x1000=600 asb mientras que la bola negra brilla con 0'06x1000=60 asb. Como se puede ver hay una relación de brillos de 600:60, o lo que es lo mismo 10:1 y por tanto tres pasos y un tercio. En este momento el contraste depende exclusivamente del brillo propio de los objetos, es decir, de su grado de gris, de su reflectancia.

Ahora modifiquemos la luz. Vamos a iluminar la bola blanca con 1000 lux y la negra con 500. Como vemos la relación de brillos propios, es decir la de las reflectancias, seguirá siendo de 10:1 ya que no hemos pintados las bolas pero ahora varía el brillo inducido. La relación de luces que estamos provocando es de 1000:500 es decir de 2:1 y por tanto un contraste de brillo inducido de 2 pasos. Tenemos pues un contraste de escena propio de 3 pasos y un tercio y un contraste de escena inducido de 2 pasos. Ahora vamos a ver cuanto vale el contraste real. El brillo de la bola blanca es su reflectancia por la iluminación, es decir: 0'6x1000=600asb. El brillo de la bola negra es de 0'06x500=30 asb. El contraste real de la escena es de 600:30, es decir de 20:1, 4 pasos y dos tercios.

Vamos a iluminar ahora al contrario. Ponemos 500lx a la bola blanca y 1000lx a la negra. El brillo de la bola blanca será 0'6x500=300asb. El de la negra es de 0'06x1000=60asb. El contraste queda 300:60, o lo que es lo mismo 5:1 que son dos pasos y un tercio.

Aunque un ejemplo no demuestre nada este anterior muestra lo que pasa al añadir variar las luces de forma localizada. La regla práctica es que se suman los contrastes aislados de brillo propio e inducido si hablamos en términos de pasos, multiplicándose si lo hacemos en términos de relaciones de brillos.

Para ello debemos tener la precaución de medir siempre en el mismo sentido como por ejemplo si establecemos que vamos a leer el contraste de un motivo a otro. Así en el caso anterior vamos a suponer que medimos siempre el contraste de la bola blanca a la negra: El contraste propio queda claro que es de 3 pasos y un tercio ya que la bola blanca refleja diez veces más luz que la negra. Si ponemos los 1000lx a la blanca y 500 lux a la negra el contraste inducido es de 1 paso, nuevamente el valor positivo indica que el primer motivo tiene mas luz. Bien tres un tercio mas uno es cuatro un tercio. Pero si ponemos los 1000lx a la bola negra y los 500 a la blanca el contraste de blanca a negra será de menos un paso, ya que la luz que recibe el primer motivo es menor que la del segundo. Ahora tres un tercio menos uno es dos un tercio. Esta será la tónica general.

Debe quedar claro que de las dos partes que conforma el contraste de escena, el propio y el inducido, el primero no puede ser alterado cambiando la iluminación general, mediante luz solo podemos cambiar el contraste inducido, normalmente concentrando la luz en uno de los motivos o haciendo que la cantidad de relleno que cae sobre ambos sea distinta.

Esto supone que nunca podremos bajar un contraste que sea inferior al contraste propio. Así si dos

motivos guardan entre si 5 pasos no podemos, mediante luz de relleno general, disminuir este valor. Por el contra el contraste siempre será manipulable en el margen del inducido. Veamos el caso anterior: el contraste propio era de tres pasos y un tercio. Si tenemos luz general el contraste final será el mismo, podemos alterarlo añadiendo luz en distinta cantidad a uno solo de los motivos. Supongamos que cada uno cae bajo un luz distinta y que la relación de luces, por si sola es de dos pasos. Como ya se ha dicho ahora el contraste será de cinco pasos y un tercio. De estos cinco un tercio solo el margen dado por las luces es accesible, esto es: los dos pasos.

Bien, como se puede suponer la luz de relleno puede caer solo en un motivo o en los dos, si cae en los dos lo hará bien iluminando ambos por igual o iluminándolos de distinta manera. Esto nos lleva a tres casos que tienen un tratamiento ya explicado. Si la luz solo cae sobre uno podemos actuar como si fuera un contraluz y emplear los métodos explicados al efecto. Si la luz cae por igual hemos descrito varios procedimientos aplicables. Si la luz cae de forma distinta la solución será una intermedia de los dos anteriores.

Solo debemos tener en cuenta que ahora el margen de contraste que debemos tener en mente como inicial y que podemos modificar es el resultante de las luces, no el de los brillos, esto es, el que hemos dado en llamar contraste inducido.

Relleno desigual

Cuando una luz cae sobre una escena no tiene por que provocar la misma iluminación. Las partes más alejadas estarán mas oscuras. Todo lo visto hasta ahora suponía que la luz de relleno proporcionaba la misma iluminación a todos los términos. A este tipo de relleno en que la luz cae de forma desigual le hemos llamado relleno delta porque a la diferencia en pasos entre la luz que cae en un término y en otro le llamábamos delta. Este efecto se puede reproducir con dos luces de relleno que iluminen motivos distintos, lo que mas arriba hemos denominado luz dedicada. El estudio de ambas situaciones: una luz que cae de forma distinta sobre dos motivos o dos luces localizadas sobre sendos motivos, es el mismo.

Hemos dado unas curvas para algunos casos. Vamos a dar algunas orientaciones para trabajar con luces desiguales o dedicadas, en el apéndice encontraremos el análisis completo de estas situaciones que justifican las decisiones que vamos a adoptar.

Con luces dedicadas podemos aumentar el contraste de la escena. Esto es posible siempre que la luz de relleno más potente caiga sobre el objeto mas claro o el mas iluminado.

1. -El contraste de una escena depende del brillo propio de los objetos y de la relación de luces que cae sobre ellos.
2. -Para subir el contraste de una escena hay que añadir al motivo mas claro una cantidad de luz mayor que al motivo mas oscuro y la diferencia entre estas dos debe ser mayor que el valor del contraste primero. Estos valores los medimos en pasos.
3. -Para disminuir el contraste de la escena es condición indispensable que la diferencia en pasos entre las dos luces de relleno localizadas sea inferior al contraste inicial. El contraste entre las dos luces de relleno se mide siempre desde el motivo mas claro (que no necesariamente el mas iluminado) al mas oscuro. Este es el valor positivo. Osea cuantos pasos es mayor la luz que cae sobre el motivo mas claro (claro por si solo) que la que cae sobre el mas oscuro. Si el motivo claro recibe menos luz entonces este valor (delta) sale negativo.

En el apéndice se indica el desarrollo analítico de este problema.

Capítulo 13

EMPLEO DE LA LUZ CONTINUA

Relleno con luces PAR 64

Las lámparas tienen una temperatura de color correlacionada de 3200 kelvin. Esto significa que, para empezar las lámparas no son propiamente incandescentes. Al parecer el elemento halógeno da una coloración que no la que se debe esperar de un elemento negro emitiendo a una temperatura de 3200 kelvins. Por lo que hemos de emplear película para luz artificial tipo B o bien película para luz día con un filtro 80B (azulado) y hacer alguna prueba antes, ya que no podemos garantizar la coloración.

Ejemplo I

Interior con ventana al exterior. La iluminación en el interior es de f:2 a t 1/60. En el exterior es de f:11 a t:1/125. Llevamos película de ISO 100.

Vamos a compensar el interior situándolo 1 paso por debajo del exterior. Para ello primero vamos a poner todas las velocidades a 1/125:

Interior: f:1’4, t: 1/125.

Exterior: f:11, t: 1/125.

La separación es de 6 pasos, luego no se suman luces en el interior. Hemos de colocar al menos un foco que nos ofrezca un f:8 para el interior.

Supongamos que llevamos un foco PAR 64 FL de 125.000 candelas. Vamos a calcular la distancia a la que hay que colocar el foco a partir del número guía y vamos a repetir la operación exclusivamente a partir de los datos de emisión.

Soluciones

A partir del número guía:

Realmente no tenemos un número guía ya que este depende tanto del tiempo de obturación como de la sensibilidad. El número guía es posible con flashes debido a que independizan la velocidad de obturación de la del destello. Así que vamos a empezar por calcular el número guía del foco para una obturación de 1/125.

El guía es el diafragma a emplear a 1 metro de distancia. Luego la cantidad de lux que hay a esta distancia será igual que la intensidad luminosa, esto es 1250.000 candelas, a un metro, producen 125.000 lux.

Ahora para calcular el diafragma a un metro debemos calcular el diafragma para 125.000 lux, y esto es^{10}.

$$f = \sqrt{\frac{100 \cdot 125.000 \cdot \frac{1}{125}}{269}} = 19'2$$

Si el guía vale 19’2 a 1 metro con ISO 100. Para conseguir un f:8 (2 pasos y pico por debajo) deberemos tener en cuenta que el número guía es el diafragma a una distancia dad, normalmente de un metro. Así que la distancia a colocar la luz será el número guía entre el diafragma a emplear:

$$f = \frac{G}{d} \rightarrow d = \frac{G}{f} = \frac{19'2}{8} = 2'4m$$

Si 2’4 metros es demasiado deberíamos intentar bajar su emisión, quizás con solapas que recortaran la luz, teniendo en cuenta que la sombra proyectada no alcance la escena O bien tamizando la luz con un velo. Para esto último debemos tener alguna práctica y conocer cuantos pasos nos va a bajar el velo. Podríamos pensar en utilizar una película menos sensible para que el foco diera menos exposición y hubiera que acercarlo mas, en este caso la exposición exterior también habría bajado un paso con lo que la diferencia entre interior y exterior sería la misma (6 pasos). Si ponemos el foco para dar un 5’6 la distancia ahora sería de[11] 11’8/5’6=2’1 metros con lo que en realidad no hemos mejorado la cosa Sucede que si bien al bajar la sensibilidad la distancia se reduce al haber reducido el diafragma al que hemos de disparar la distancia no se reduce tanto. De hecho para valores mayores de exposición no solo no compensa reducir la sensibilidad sino que al hacerlo, la distancia a la que hay que poner la luz aumenta. Luego bajar la sensibilidad para acercar el foco no ayuda en nada.

Cálculo a partir de la emisión:

El foco emite 125.000 candelas. El diafragma, como ya sabemos vale:

$$f = \sqrt{\frac{E \cdot s \cdot t}{269}}$$

Pero si sustituimos el valor de E por lo que vale a partir de la intensidad tenemos:

$$f = \frac{\sqrt{s \cdot t \cdot j}}{16'4 \cdot d}$$

Donde 16’4 es la raíz cuadrada de 269, j es la intensidad en candelas, s la sensibilidad (la parte ASA del número ISO), d la distancia del foco a la escena y t el tiempo de obturación.

Así para s=100, t=1/125, j=125.000 y f= 8, despejando d y sustituyendo tenemos:

D=2’4 metros.

Ejemplo 2

Se va a rodar una escena en un interior pequeño. Se quiere emplear película de ISO 400/27 con un diafragma f:5’6 por aquello de mantener una cierta continuidad con el resto de la película.

Vamos a suponer un tiempo de obturación de 1/48 de segundo para una cámara con un obturador de sector normal.

Estamos rodando en un interior natural, por lo que no podemos quitar el techo de la habitación, el techo, como es habitual, está a 2’75 metros de altura y solo tenemos 1’7 metros en horizontal para colocar la luz. Así pues la luz estará como mucho en la hipotenusa de un triángulo rectángulo de 2’75x1’7. Sin embargo 2’75 es el techo, como sabemos un foco PAR64 tiene un diámetro de 20 cm por lo más probable es que la distancia real sea de unos 2’5 metros en altura, a su vez la escena consta de

dos personas sentadas, por lo que nos interesa iluminar sus caras que estarán a unos 1’2 metros del suelo. La distancia vertical de la cara a la luz es por tanto de 2’5-1’2 esto es 1’3.

Así pues la distancia del foco a la escena será la de la hipotenusa de un triángulo rectángulo de 1’3x1’7. Esto es: 2’1m.

Vamos a comenzar por una lámpara pequeña de 125000 candelas. A 2’1 metro dará 125.000 dividido por 2’1 al cuadrado, o sea: 28.345 lux. Podemos emplear alguna de las fórmulas anteriores para calcular el diafragma pero vamos a hacer otra cosa que requiere menos cálculos: ¿Qué cantidad de luz tenemos que colocar para tener f:5’6?

Será el diafragma al cuadrado multiplicado por 269, dividido por la sensibilidad y dividido por el tiempo de obturación. Si tenemos una calculadora de mano podemos hacer:

269 x 5’6 x 5’6 x 48 / 400 =1012. Es decir 1000 lux. La lámpara mas pequeña de las que tenemos nos ofrece 28 veces esta cantidad. Tenemos que reducir la cantidad de luz.

Soluciones:

Reducir la tensión de alimentación.

Podemos poner una resistencia en serie para bajar la tensión. Así también bajaríamos la temperatura de color y además tendríamos serios problemas para filtrar ya que los ajustes de filtros son discretos y normalmente no tenemos tantos filtros como para compensar.

No obstante en ciertas aplicaciones, como en algunas grabaciones de televisión se baja la tensión de las lámparas para ajustar la temperatura de color a 2850 K (Millerson 1994).

Es un recurso escénico habitual éste de cambiar la tensión de alimentación, por lo que en fotografía de escena (teatro, ópera, danza ...) vamos a encontrarnos constantemente con luces incandescentes de baja temperatura que pocas veces vamos a ser capaces de corregir correctamente.

Compensación por filtro en cámara

Podríamos compensar en cámara colocando filtros neutros: Para ello habría que bajar los 28000 lux a 1000. Esto es una relación de luces de 28000 a 1000. Por tanto de 28:1. Sabemos que un filtro de 4 pasos tiene una relación de 16:1 y que uno de 5 pasos de 32:1, estamos por tanto por en medio.

El filtro podemos calcularlo por dos vías, de un lado podemos indicar el número de pasos que debe quitar. Como sabemos el número de pasos es el logaritmo en base dos de la relación de luces. O lo que es lo mismo 2’322 por el logaritmo en base diez. Nuevamente empleando nuestra calculadora de mano debemos hacer esto:

28 log x 2.322 = y nos da 3’36, es decir 3 pasos y un tercio (esto sería en realidad 3’33 pero la diferencia en pasos de 0’03 no se va a apreciar).

La otra forma es calcular la densidad del filtraje. Como sabemos la densidad es el logaritmo decimal de la opacidad. Y vale 0’1 por cada tercio de paso. La opacidad es a su vez la relación de luces. Si calculamos el logaritmo decimal de 28 tendremos la opacidad, esto es, en nuestra calculadora:

28 log =

Que nos da:1’447, que viene a ser 1’45 grados de densidad. Luego debemos sumar filtros neutros hasta aproximarnos a este valor. Por ejemplo, un filtro de densidad 1 y otro de 0’4, de esta manera la densidad será 1’4 y estaremos cometiendo un error de exposición de 0’047 que no llega a un sexto de paso.

Compensación por luz rebotada

Podemos filtrar la luz, hay dispositivos que permiten atenuar la cantidad de luz sin tocar su alimentación. Por ejemplo mediante persianas graduables muy cerca del foco para que no arrojen sombras sobre la escena o difuminando la luz.

Una solución muy apropiada para este caso sería emplear luz rebotada en el techo. Esta solución fue la adoptada por nouvelle vague francesa debido a la escasez de medios, ya que le permitía iluminar áreas mas o menos extensas con pocos focos. Calcular una luz rebotada es muy difícil: al hacerlo el foco es una superficie extensa de la que desconocemos la mayor parte de lo parámetros. Podemos calcular la mancha de luz que dará en el techo y a partir de aquí determinar la luz que se rebota, pero esto supone un perfecto conocimiento de la curva fotométrica de reflexión de la pared, esto es, cuanta luz se emite en cada dirección. Esto no solo no siempre es posible sino que siempre será inexacto, por lo que solo podemos actuar por tanteos.

En iluminación arquitectónica se han creado varios métodos para calcular iluminaciones rebotadas, vamos a emplear uno de estos. Vamos a considerar aisladamente cada dirección de la que venga la luz, independientemente del número de focos que pongamos para conseguirlo. De esta manera es como si empleáramos unos focos grandes para un local pequeño. De hecho este procedimiento está pensado para locales pequeños (rodaje en interiores naturales) en los que la luz emitida es capaz de abarcar toda la escena. Para el caso de grandes locales (platós) el rebote de la luz es inapreciable y solo tenemos luz directa.

Para empezar debemos saber cuanta luz queremos que llegue a la escena, esto ya lo sabemos y son 100 lux. Después debemos conocer, aproximadamente, la reflexión del techo, como guía el ministerio de urbanismo edita unas hojas de cálculo según la legislación vigente para uso en arquitectura, en este documento (IEI Alumbrado interior) se refieren una serie de colores normalizados con sus índices de reflexión, la tabla es esta:

Denominación UNE	Factor de reflexión aprox.
M 158 Blanco amarillento	0.8
M 572 Amarillo verdoso claro	0.8
M 234 Rosa pálido	0’7
M 512 Amarillo claro	0’7
M 516 Amarillo pálido	0’7
M 672 Verde amarillo pálido	0’7
M 718 Azul muy pálido	0’7
M 113 Gris claro	0’5
M 272 Rosa amarillento moderado	0’5
M 428 Pardo grisáceo claro	0’5
M 504 Amarillo fuerte	0’5
M 526 Amarillo grisáceo	0’5
M 532 Amarillo naranja vivo	0’5
M 564 Amarillo verdoso moderado	0’5
M 621 Verde pálido	0’5
M 662 Verde amarillo claro	0’5
M 693 Verde azulado pálido	0’5
M 716 Azul pálido	0’5
M 109 Gris medio	0’3
M 348 Naranja rojizo moderado	0’3
M 424 Pardo claro	0’3
M 522 Amarillo apagado	0’3
M 616 Verde claro	0’3
M 173 Gris azulado oscuro	0’1

M 205 Rojo fuerte	0’1
M 414 Pardo moderado	0’1
M 614 Verde oscuro	0’1
M 704 Azul moderado	0’1

Ahora bién, estos valores variarán según la suciedad del techo, por lo que podemos aún necesitamos otro valor que es el factor de pérdida de luz que de pende de la suciedad de la pared, este índice de suciedad vamos a dejarlo en tres coeficientes:

- **Limpio (acabado de pintar) 0’8**
- **Algo sucio 0’6**
- **Sucio 0’5**
- **Muy sucio 0’3**

Realmente entre la luz directa y la rebotada no hay una diferencia definida. Si lo está cuando cambiamos el foco apuntar al actor directamente a hacerlo a la pared, sin embargo a menudo vamos atener que una luz aporta a la escena una parte de luz directa y otra de luz rebotada, según sean estas proporciones se divide la iluminación de la siguiente manera:

Sistema de iluminación.	**Luz directa (%)**	**Luz indirecta (%)**	**Rendimiento**
Directa	100-90	0-90	0’45
Semidirecta	90-60	10-40	0’4
Difusa	60-40	40-60	0’35
Semiindirecta	60-90	40-10	0’25
Indirecta	90-100	10-0	0’2

El rendimiento es el valor que de verdad vamos a emplear. Si estamos disparando diréctamente al techo, toda la luz será rebotada.

Ahora deberíamos tener en cuenta la forma del local. Introduciendo el índice del local, que será dos veces la longitud de la escena, mas ocho veces el ancho dividida entre 10 veces la altura. Pero esto solo lo usaríamos en locales donde empleáramos todo el local, estos valores deberían serlas dimensiones de la habitación, pero como normalmente estamos todo el equipo dentro podemos dejar como valores las tres cuartas partes de la escena, ya que habrá luz, irremediablemente perdida que cae fuera de esta, además de estar considerando solo una habitación de tres paredes abierta. Por ello, para la aproximación que vamos a hacer no vamos a considerar el índice del local.

De esta manera podemos aproximar la luz sabiendo que de la luz que se envía se pierde por absorción propia del color, por suciedad, por la emisión en direcciones no deseadas y se gana por rebotes.

Así si hemos emitido 125.000 candelas, tenemos un techo blanco (reflexión 80%, 0’8), acabado de limpiar (0’8) y totalmente rebotada tenemos que la pérdida por ahora es de:

125000 x 0’8 x 0’8 x 0’2= 16000 cd. Estas 16000 candelas aproximadamente es lo que va a llegar a la escena desde una distancia de unos 2’1 metros. Con lo que aproximando podemos esperar una iluminación de:

16000 / 2’1 / 2’1 =

Que son 3268 lux. Es decir, aun tenemos el triple de luz de la que necesitamos. Podríamos ensuciar algo el techo filtrar ahora algo la luz o en cámara. La distancia a la que debería estar la luz sería la raíz cuadrada de la división de la intensidad (las candelas) entre la iluminación (los lux), o sea;

16000 / 1000 RAIZ =

Y esto da 4 metros. Como será mucha distancia podemos repetir lo del filtraje en cámara, pero ahora solo hay que bajar 3’322 log(3268/1012) que son un paso y dos tercios. O sea una densidad de 0’5, lo que supone un filtro de 0’1 y otro de 0’4.

También podríamos reducir la sensibilidad en un paso y dos tercios y emplear película de ISO 125, o

abrir el diafragma. Pero como se sabe, a menudo el diafragma está determinado por la profundidad de campo y al cambiar de emulsión se cambia el aspecto de visual de la película, lo que no siempre es aceptado por el director.

No obstante hay que recordar que este cálculo que he hecho es una aproximación para saber que equipo tenemos que pedir a producción y que a partir de la instalación es imprescindible medir con un fotómetro el diafragma a emplear.

PARTE III
EQUIPAMIENTO Y EXPRESIÓN

Capítulo 14

LA LUZ ARTIFICIAL I

Generalidades

Clasificación

La luz puede tener dos orígenes: natural o artificial. La luz es natural cuando procede del sol, ya sea directa o indirectamente (la del cielo, la de la luna, la reflejada mediante espejos o reflectores...). La luz artificial es la que se genera mediante algún tipo de ingenio. Otras formas de clasificar las luces sería según su continuidad en el tiempo: luz continua y luz de flash. En este primer capítulo de la sección vamos a hablar de luz artificial. Vamos a dedicar un capítulo a la luz continua artificial y otro al flash. Añadiremos unos comentarios sobre el equipo de iluminación y dedicaremos un capítulo a la luz natural.

La luz se genera, como hemos visto, debido a un proceso de emisión electromagnética. Una emisora de radio y una bombilla fundamentalmente hacen lo mismo: emiten radiación electromagnética, o sea ondas de radio. Al igual que nuestra radio está sintonizada a una cierta emisora (una cierta frecuencia), nuestros ojos están sintonizados a otras emisoras (a otras frecuencias). La luz se puede, pues, generar artificialmente a partir de un dispositivo adecuado. La luz se genera debido al movimiento de los electrones en el átomo. Los electrones se encuentran moviéndose alrededor del átomo y pueden absorber energía del espacio o expulsarla. Cada vez que una de estas cosas sucede se dice que se ha emitido una onda, un fotón. Todo esto ya es conocido, la forma de obligar a un átomo a generar una radiación consiste en proporcionarle energía. Hay varias formas de proporcionar esta energía, las mas utilizadas son emplear calor o una descarga eléctrica. Aunque hay otras formas de generar luz estas dos son las más habituales.

Una clasificación posible de los generadores luminosos debida al origen de la energía es:

- -Luces debido a termorradiación. Emisión debida a la temperatura de la fuente. (Fuego, lámparas incandescentes, cuarzos).
- -Luces debido a luminiscencia:
    - -Electroluminiscencia. Descarga a través de un gas, diodos emisores de luz, Cátodo luminiscencia. (Flash, Tubos catódicos, Sirios...).
    - -Fotoluminiscencia.
    - -Fluorescencia. Transformación de la luz ultravioleta en visible.(Tubos fluorescentes, pantallas de televisión.).
    - -Fosforescencia. Como la fluorescencia pero la emisión permanece algún tiempo después de la excitación.
- -Otras:
    - -Quimioluminiscencia, bioluminiscencia, radioluminiscencia, triboluminiscencia... según sea la luz generada por reacciones químicas, producidas por seres vivos como las luciérnagas por materiales radiactivos o por fricción de materiales.

En general estos tipos se ven reducidos a tres tipos prácticos:

- **Incandescentes.**
- **Descarga.**
- **Fluorescentes.**

Nosotros, sin embargo, vamos a emplear otra clasificación según nuestro uso fotográfico. Vamos a presentar primero las fuentes que podemos emplear en fotografía a las que vamos a dedicar mas atención para luego mencionar el resto de las lámparas de una forma mas sucinta.

La clasificación que vamos a hacer es:

1. **Lámparas incandescentes**, de las que diferenciaremos las simplemente incandescentes y las halógenas.
2. **Lámparas de descarga** de las que trataremos primero las fluorescentes (vapor de sodio a baja presión)
3. **Metal halógenas** (vapor de mercurio a alta presión de haluros metálicos).

Ya fuera del uso fotográfico mencionaremos las variedades de vapor de mercurio a alta presión no halógenas (es decir las de mercurio a alta presión normales y las de color corregido) y las lámparas de vapor de sodio de alta y baja presión.

Características a destacar de una lámpara

Todo equipo de iluminación va a tener unas características propias. Vamos a definir las más típicas para cada tipo de luz.

Temperatura de color.

Solo útil en lámparas incandescentes. (Ver mas abajo).

Tiempo de encendido.

Es el tiempo que pasa desde que damos encendemos la lámpara hasta que esta adquiere el 70% de su emisión. Su utilidad fotográfica es relativa.

Sobretensión y sobreintensidad.

En el momento de su encendido la intensidad eléctrica (los amperios, la cantidad de electrones que circula por la instalación eléctrica) aumenta de un 15 a un 20% de la de trabajo. A esto se le dice que tiene un pico de encendido del 20%. Este pico debe ser tenido en cuenta a la hora de instalar muchas luces ya que toda instalación eléctrica tiene una potencia máxima que puede suministrar. Por ejemplo, si nuestra instalación está dimensionada para 2000 vatios y ponemos tres lámparas incandescentes de 650w el total será de 3x650=1950w. Una vez encendidas las luces la energía que suministra la instalación está por debajo de la máxima. Sin embargo, en el momento de encenderse las luces la potencia absorbida es mayor. En el caso del ejemplo un 20% mayor, lo que supone que la pulsar el interruptor de encendido se piden 2340 w, con lo que estamos superando la potencia máxima. Según las protecciones que tengamos lo más probable es que, al tratarse de un pico de poca duración y no muy alto no suceda nada, pero también pueden saltar las protecciones, no siempre las sobre intensidades no son del 20%.

Efecto estroboscópico.

A menudo la emisión de luz no es constante en un intervalo de tiempo pequeño y varia. Este efecto depende en gran manera de la inercia de la lámpara. Es algo como lo siguiente: la red de alimentación eléctrica tiene una frecuencia de 50 hercios, esto significa que realiza 50 ciclos de encendido por segundo, parte de 0, alcanza el valor máximo, vuelve a 0, se hace negativo (nuevamente un valor máximo de corriente eléctrica pero con los electrones moviéndose en dirección contraria por los cables) y se vuelve a hacer 0. Lo podemos ver como si los electrones cambiaran de dirección en su caminar por los conductores. Como se puede ver hay dos pasos por cero y dos máximos. Para una frecuencia de red de 50 ciclos habrá 100 encendidos y 100 apagados. En Estados unidos y en los países que tienen una frecuencia de red de 60 ciclos habrá 120 apagados. Si la lámpara tiene poca inercia se notará este ir y venir, si la lámpara tiene mucha inercia se notará menos o no se notará. Lámparas de poca inercia, en las que por tanto no hay vaivén de la luz son las incandescentes mientras que las lámparas de descarga se nota algo mas, dependiendo siempre del tipo concreto de lámpara que sea.

Índice de reproducción de color.

Un número de 0 a 100 que indica la bondad en la representación de los colores. (Ver mas abajo).

Sobre la reproducción del color

Hay que recordar que respecto al color hay dos puntos a tener en cuenta:

Rendimiento de color.

Es decir, lo fiable que va a ser la reproducción de los colores. A partir de un valor 85 podemos confiar en que habremos captado los colores. Para los tonos más raros o para mayor precisión debemos tener un índice mayor de 95, aunque entonces ya entraremos en conflicto, no con la capacidad de reproducir los colores de la luz, sino con la capacidad de reproducir los colores de la película.

Un valor bajo de este parámetro, esto es una mala reproducción de los colores, no se puede arreglar filtrando, ya que el filtro, como componente pasivo que es, no puede inventar colores donde no los hay. Esto a menudo es olvidado y pretendemos, mediante filtrado, obtener en la escena colores que no están en la lámpara y que si están en aquella cuando sacamos los elementos de la misma al exterior.

Apariencia de color

Ya se ha dicho que cuando se habla de luces incandescentes tenemos la temperatura de color que nos indica cuan azulada o rojiza es la luz. Para lámparas no incandescentes no hay ningún parámetro. Así una luz puede tener una dominante violácea y un rendimiento de color 90. Que una lámpara tenga un buen rendimiento de color no significa que no haya que corregir el tono violeta. Significa que podemos confiar en haber captado todos los colores. Al tener un exceso de color violeta simplemente filtrando podemos volver a los colores originales. Es decir, podemos quitar la dominante y obtenemos los colores más naturales. Ahora bien, esto es posible debido hay que previamente tenemos un buen índice de reproducción de color. Si esto no fuera así y estuviéramos en el caso más común de un fluorescente de rendimiento de color 70 por mucho que filtráramos no íbamos a mejorar los colores, ya que nunca estuvieron en la escena.

Capítulo 15

LÁMPARAS DE USO FOTOGRÁFICO

Incandescentes

Son las luces incandescentes, la luz del fuego, las lámparas de aceite, los cuarzos.

La luz proviene de la temperatura a la que se encuentra el cuerpo. El número de estados internos de las partículas puede llegar a ser infinito por lo que la cantidad de frecuencias emitidas también lo es. Esto significa que puede radiar todos los colores.

Espectro de color

Para hablar de la distribución espectral de la energía, visualmente de la apariencia de color que tiene la luz, se emplea el concepto temperatura de color que se define como la temperatura a la que se debe calentar un cuerpo negro ideal para que adquiera la misma apariencia de color que la lámpara. Nótese que hemos dicho calentar. Como ya se ha comentado anteriormente no existe el concepto de temperatura de color para luces no termoiónicas.

No todos los colores se emiten con la misma intensidad. Al contrario que en otras formas de generar luz, si están todos los colores, cada lámpara tendrá su propia característica.

Las temperaturas de color habituales van desde 2400 kelvin a los 3500 kelvin. Una lámpara doméstica rara vez subirá de 2600 k mientras que una lámpara incandescente para uso fotográfico se establece en 3200 y 3400 k (lámparas tipo A y tipo B). Debemos recordar que junto a la temperatura de color hay otro concepto que es el índice de reproducción cromático (IRC) que es el que realmente nos habla de la capacidad de una fuente para visualizar los colores.

Lámparas incandescentes normales

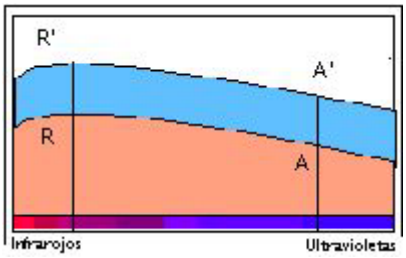
Funcionamiento

No debemos confundir los kelvin de temperatura de color con la temperatura de la lámpara. Una bombilla incandescente es un trozo de metal (normalmente tungsteno) metido en una ampolla sin aire. Al pasar la corriente eléctrica el tungsteno se calienta y se enciende. La falta de aire en la ampolla impide que el tungsteno se queme[12]. Se emplea el tungsteno por que tiene un buen comportamiento a altas temperaturas y no se va a romper tan fácilmente como otros metales. La temperatura a la que funde el tungsteno es de 3653 kelvin pero la temperatura a la que normalmente trabaja es de unos 3000 k. Los kelvin de temperatura de color se refieren, no a la temperatura de la lámpara, sino a la temperatura a la que hay que poner el cuerpo negro ideal para que su apariencia de color sea semejante a la de la lámpara, que estará a otra temperatura.

Hay dos formas básicas de conseguir estas temperaturas de color: por un lado el empleo del sobrevoltado y por otro el de lámparas de cuarzo.

Sobrevoltado

Veamos la curva característica de emisión espectral de una lámpara. La curva muestra la intensidad de luz que se emite para cada color (cada frecuencia o longitud de onda). En la horizontal se encuentran los colores, a la izquierda los rojos, a la derecha los azules. La superficie bajo la curva representa la energía total de la luz. Si damos mas energía (subimos la tensión) esta superficie aumentará, la curva se desplazará hacia arriba. Pero vamos a fijarnos en lo siguiente: la relación que hay entre la cantidad de luz azul y la de luz roja cambia. Mientras que a baja potencia (curva muy cerca del suelo) hay una cierta relación entre los colores, al aumentar la energía que se suministra a la lámpara (por ejemplo subiendo la tensión eléctrica) la curva sube y la relación entre azul y rojo cambia aumentando. Esto hace que, aparentemente, la luz sea mas azulada. Este uso, llevado a la práctica, se conoce como *sobrevoltado* y es una Solución muy común en fotografía. De hecho se fabrican lámparas sobrevoltadas que emiten luz con una pequeña relación azul-rojo.



La superficie naranja representa la cantidad de luz emitida. Al aumentar la tensióneléctrica la curva sube, aumentando la superficie. La relación en estre la luz azul y la naranja varía favoreciendo el tono frio.

Al aumentar la tensión eléctrica a la que se conecta una lámpara incandescente aumenta el flujo luminoso (los lúmenes, y por tanto la intensidad de la luz, ya que hay mas lúmenes en un rayo). Se absorbe mas potencia eléctrica (gastamos mas pilas, sube el recibo de la luz). Aumenta la eficacia luminosa (la cantidad de luz que se emite por cada vatio eléctrico aumenta también, la relación lúmenes-vatio, además de aumentar solo los lúmenes, con lo que aumenta la exposición que podemos dar de forma no proporcional). Duran menos (se queman antes). La luz se hace más azulada (debido a la subida de la curva).

Ahora bien ¿porque la luz está sobrevoltada?, ¿en que lugar de la tabla periódica dice cual es la cantidad de voltios que se debe dar a un elemento para que irradie correctamente?. Como nos podemos imaginar, nada de esto es correcto: no existe una tensión eléctrica (los voltios) ideal para una lámpara. Lo que existe es un uso recomendado: El fabricante debe jugar con la cantidad de luz emitida y con la duración de la lámpara. Por término medio una lámpara incandescente para uso doméstico emite unos 15 lúmenes por cada vatio eléctrico a que se conecta, siempre y cuando se haga a su tensión, y de esta manera puede durar de 1000 (lámparas normales y de vidrio soplado) a 2000 horas (lámparas en ampollas de tipo PAR). Ahora bien, si una lámpara, que el fabricante tiene previsto emplear a 125v se conecta a 220v al aumentarle la energía que se le suministra (los voltios, al igual que los lúmenes, representan en cierto modo la cantidad de energía que se ofrece) sube su curva, la relación azul-rojo aumenta, con lo que la luz se vuelve aparentemente mas azulada, emite mas luz pero también se calienta mas y se destruye antes. Una lámpara para uso fotográfico como las Photoflood tienen una vida de cuatro horas y una de tipo Nitraphot no puede estar mas de tres minutos encendida ya que se quema antes. Pero a cambio produce 26 lúmenes por vatio, el doble que una doméstica.

Encendido y efecto estroboscópicoEncendido y efecto estroboscópico

El encendido es inmediato. Tal como se aprieta el interruptor ya tenemos toda la luz. Esto no siempre es así en todas las lámparas, como veremos hay luces que tardan varios minutos en alcanzar su máxima emisión.

La corriente eléctrica es alterna, en Europa varia cincuenta veces por segundo. Es decir, cincuenta veces por segundo la electricidad sube , baja, se hace 0, sigue bajando, se hace negativa, sube otra vez vuelve a pasar por cero y vuelve a su punto máximo. Esto supone que hay cien pasos por cero cada segundo (dos por ciclo). Lo que significa que la lámpara se debería apagar cien veces por segundo. A

esto se denomina efecto estroboscópico. Esta es una idea que hay que tener en cuenta. En el caso concreto de las lámparas incandescentes cien apagones por segundo da un tiempo de apagado muy pequeño. De hecho es tan pequeño que la lámpara no tiene tiempo de enfriarse cuando ya está otra vez calentándose y al no enfriarse sigue dando luz. Así pues debe quedarnos claro que las luces incandescentes, para frecuencias de red de 50 ciclos no parpadean.

La reproducción del color

Las lámparas incandescentes, por contener todos los colores son una fuente de iluminación que tiene el mayor índice de rendimiento de color: 100. Esto significa que podemos iluminar cualquier color con estas luces y puede ser posible reproducirlo. Sin embargo siempre debemos considerar que la distribución de colores en la luz no tiene por que ser como la distribución de colores de la luz del sol. De hecho, para temperaturas de color bajas hay demasiado rojo para nuestro gusto por lo que debemos corregir, por ejemplo filtrando la luz roja mediante un filtro azul. El grado de azul de este deberá ser inverso a la temperatura de color: para unos 2600 k se recomienda un filtro 81B mientras que para unos 3400 k podemos emplear un 80B.

Existen unas lámparas incandescentes que llevan óxido de neodimio, estas tienen un comportamiento muy mejorado en color (en su apariencia, ya que la reproducción es siempre posible) filtrando el exceso de rojos y dejando pasar mas azules. Se recomiendan para usos en los que la observación del color sea importante junto con una no excesiva potencia (Floristerías, carnicerías, joyerías). Sin embargo, cuando se escriben estas líneas (1998) aun no está muy generalizado su uso.

Las lámparas azulesLas lámparas azules

Hay lámparas que tienen la ampolla azul. Esto hace de filtro asociado a la lámpara.

Siempre que filtramos lo que hacemos es disminuir la energía emitida. Sin filtramos en la lámpara la luz no emitida se transforma en calor. Cuanto mas cerca esté el filtro de la lámpara tanto peor para su supervivencia. En el caso concreto de que el filtro sea la superficie de la lámpara el calentamiento será máximo. Estas lámparas tienen una temperatura de color cercana a los 4000 K por lo que se puede emplear película luz día. Aunque recomendaría hacer pruebas ya que diferentes marcas dan diferentes kelvin e incluso en una misma marca, debido al envejecimiento, la temperatura de color se hace progresivamente menor. Filtrar en la luz tiene estos dos inconvenientes: disminuye la intensidad de la luz y su vida además de aumentar el calor radiado. A veces es conveniente mantener la temperatura del lugar de trabajo lo mas baja posible: cuando fotografiamos helados, pequeños animales como orugas y cosas así y en otros casos no podemos tolerar que haya demasiado calor.

Los cuarzos

Conforme pasa el tiempo el filamento de una luz incandescente se va quemando. Las cenizas se desprenden de él y pasan a la ampolla. El resultado es que la emisión de luz disminuye, la temperatura de color baja y la lámpara se calienta mas de la cuenta. Las lámparas de cuarzo se inventaron para soslayar este hecho. Un cuarzo (propiamente dicho una lámpara incandescente halógena) está constituida por un filamento de tungsteno con un aditivo halogenado (normalmente iodo) dentro de una ampolla de cuarzo que se rellena de un gas noble.

Ciclo del yodo

Al calentarse la lámpara se produce el ciclo del yodo: El tungsteno vaporizado por efecto del calor viaja, transportado por una corriente de convección debido a la diferencia de temperatura entre el filamento (2000ºC) y la ampolla (250ºC). En esta zona alejada del filamento y “fría” se combina con el yodo formando yoduro de tungsteno que, al aproximarse al filamento de nuevo, se disocia con lo que el

tungsteno se vuelve a depositar sobre el filamento regenerándolo.

El resultado es que la «ceniza» se descompone en metal de nuevo y vuelve a colocarse sobre el filamento. Este efecto regenerador produce además un limpiado de la lámpara y un aumento de la vida de esta.

Características de los cuarzos

Las lámparas de cuarzo deben trabajar a temperaturas mayores que las incandescentes normales, lo que supone un mayor rendimiento luminoso (mas luz por vatio) y una mayor temperatura de color. Normalmente el rendimiento se sitúa en torno a los 20 lúmenes por vatio (de 16 lm/w para lámparas de 100w a 27 lm/w para las de 2000w). La temperatura de color se mueve en torno a los 3200-3500k por lo que son muy seguras a la hora de emplear película tipo B para tungsteno. Debido al ciclo regenerador no pierden temperatura de color por su uso. Dan bastante mas calor que las incandescentes normales y duran de 2000 a 3000 horas. Es mucho más fácil encontrar lámparas de cierta potencia de cuarzo que incandescentes normales. A partir de 500w se pueden emplear con plena confianza para uso fotográfico dando un buen diafragma y sin tener que forzar el revelado. Para uso fotográfico se pueden encontrar lámparas de 200 a 10000w.

El aspecto de las lámparas es muy variado. Principalmente se construyen con dos tipos de envoltura: la simple y la doble. En la envoltura simple podemos tocar la ampolla de cuarzo mientras que en la doble esta va contenida dentro de un recubrimiento de vidrio o similar. La grasa de las manos mancha el cuarzo, por lo que nunca debería tocarse una lámpara de recubrimiento simple con las manos. En caso de hacerlo debe limpiarse la lámpara con alcohol antes de emplearla (dice Samuelson que es preferible el alcohol que el güisqui ¿?). Además el recubrimiento simple es bastante frágil y se puede romper fácilmente. No obstante son lámparas que podemos encontrar fácilmente en cualquier espectáculo que requiera un encendido rápido y una gran fidelidad a los colores (su rendimiento de color también es de 100), por lo que la vamos encontrar en teatros, conciertos, pasarelas de moda como iluminación general y donde sea menester un proyector. Además, como las incandescentes normales, no tienen efecto estroboscópico.

Existe, (sobre todo para uso doméstico y decorativo y para proyectores) unas lámparas de cuarzo de pequeño tamaño. Normalmente se conectan a una tensión continua que va de los 6 a los 24v según modelo, por lo que precisan de un transformador para conectarlas a la red de distribución de 220v. Su empleo fotográfico da ciertos quebraderos de cabeza ya que son lámparas que tienen muy poca cobertura angular. Iluminan mucho una zona muy concreta y pueden engañar al exposímetro al crear zonas de mucho contraste.

Las alteraciones de la tensión de alimentación le afectan sobre todo cuando son a la baja. Al contrario de lo que sucede con las lámparas incandescentes normales que viven menos al subir la tensión, las de cuarzo viven menos al bajar la tensión, ya que al suceder esto no se calienta tanto el filamento y no se produce la reacción química de regeneración, por lo que el filamento acaba descomponiéndose.

Las lámparas pueden tener o no tener reflector incorporado. Caso de tenerlo hay dos tipos: los normales y los dicroicos. Los dicroicos reflejan la luz y emiten la radiación infrarroja hacia atrás. De cualquier manera hay que recordar que generan mucho calor.

Tungsteno halógenas-PAR 64.

Con el nombre genérico de PAR se indica un tipo de encapsulado de la bombilla que se realiza mediante un reflector parabólico aluminizado (Parabolic Aluminized Reflector). Son lámparas de amplio uso y el mero hecho de decir PAR no indica un uso fotográfico, sin embargo podemos encontrar lámparas de este tipo hechas ex profeso para este empleo.

Estas lámparas están concebidas para su uso directo. Esto es, no necesitan una luminaria (un reflector) para colocarlas. Son lámparas que se enchufan directamente en una base de tipo Mogul, también denominado GX-16. Son lámparas que tienen un diámetro de unos 20 cm.

Su uso es en solitario y en compañía formando paneles de luces que se suelen llamar minibrutos.

Las de tungsteno halógenas, además de emplearse en fotografía, cine y televisión, son recomendadas por los fabricantes para discotecas, salas de fiesta e iluminación de escenarios debido a su encendido instantáneo.

Modelos

En la tabla siguiente indicamos algunas lámparas PAR 64 como ejemplo con sus características más sobresalientes (del catálogo de Phillips)

Tipo	Tensión de alimentación (voltios)	Potencia nominal (vatios)	Vida media. (Horas que tarda en alcanzar el 50% de su emisión)	Temperatura de color correlacionada (kelvins)	Cobertura angular (grados)	Máxima luminosidad (Centro del eje de emisión, candelas)
PAR64 FL	230	1000	300	3200	14x25	125000
PAR64 FL	240	1000	300	3200	14x25	125000
PAR64 MFL	120	1000	800	3200	12x28	125000
PAR64 NSP	120	1000	800	3200	7x14	330000
PAR64 NSP	230	1000	300	3200	6x12	400000
PAR64 NSP	240	1000	300	3200	6x12	400000
PAR 64 SP	230	1000	300	3200	10x13	270000
PAR64 SP	240	1000	300	3200	10x13	270000
PAR64 VNSP	120	1000	800	3200	6x12	400000
PAR64 WFL	120	1000	800	3200	22x55	400000

Y en el catálogo de OSRAM

Tipo	Tensión de alimentación (voltios)	Potencia nominal (vatios)	Vida media. (Horas que tarda en alcanzar el 50% de su emisión)	Temperatura de color correlacionada (kelvins)	Cobertura angular (grados)	Máxima luminosidad (Centro del eje de emisión, candelas)
93736	120	1000	800	3200	VNSP	400000
93737	120	1000	800	3200	NSP	330000
93738	120	1000	800	3200	MFL	125000
93739	120	1000	800	3200	WFL	40000
64707/2	230	500	300	3200	VNSP	240000
64708/2	230	500	300	3200	NSP	140000
64709/2	230	500	300	3200	MFL	65000
64737/3	230	1000	300	3200	NSP	320000
64738/3	230	1000	300	3200	SP	270000
64739/3	230	1000	300	3200	FL	125000
64731/3	230	1000	300	3200	WFL	38000

La nomenclatura de la cobertura angular es la siguiente:

VNSP- Muy concentrada (Very Narrow Spot)

NSP-Algo concentrada (Narrow Spot)

SP-Concentrada (Spot)

FL-Angular (Flood)

MFL-Semi angular (Medium Flood)

WFL-Muy angular (Wide Flood).

Las lámparas con la referencia 64.../2 o /3 se pueden encontrar para 240 voltios, en este caso el número termina en /4.

Determinación de una iluminación.

A partir de estos datos podemos preveer el diafragma a usar según se ha contado ya.

Supongamos que vamos a emplear una cámara betacam para una entrevista en un exterior amplio. En principio solo vamos a tener como luz la del foco.

Vamos a llevar un foco de tipo PAR64 FL, 240 voltios, 1000 vatios y 125000 candelas.

Si nos vamos a situar a 2 metros del entrevistado, debemos recordar que la cantidad de lux que vamos a obtener se consigue dividiendo la intensidad (las candelas) por la distancia al cuadrado.

Como la distancia es de 2 metros su cuadrado será dos por dos, o sea cuatro. Dividiendo 125000 entre 4 obtenemos 31250 lux.

Recordando que el diafragma vale:

Donde s es la parte ASA de la sensibilidad ISO que situamos en 125 por ser una betacam, t el tiempo de obturación, que por ser televisión situaremos en 1/48,, E la iluminación en lux, que hemos calculado en 31250 lux.

Así tenemos:

Luego el número f a ajustar sería un f 11.

No es posible dar un número guía para su uso con luz continua ya que este dependería de la velocidad de obturación. No obstante para uso cinematográfico con una abertura de obturador constante equivalente a 1/48 de según podríamos aproximar lo siguiente:

Para t=1/48

Intensidad	ISO 100/21
125000 candelas	31
270000 candelas	46
330000 candelas	51
400000 candelas	56

Capítulo 16

Lamparas de descarga

Generalidades de las lámparas de descarga

Las lámparas de descarga son el segundo gran grupo de soluciones actuales para la generación de luz. Por regla general se trata de provocar una chispa eléctrica (una descarga) dentro de un gas. Gas que, incitado por la descarga, transforma esta energía eléctrica en luz mediante el cambio brusco de estado de energía que se le provoca a sus electrones.

Calidad de color

Fotográficamente la cualidad más notable de esta forma de hacer luz es que la lámpara no emite todos los colores, solo algunos. Los electrones se encuentran en un cierto estado energético y al ser excitados por la descarga cambian a otros estados muy concretos que depende de qué electrones sean (en que capa atómica se encuentren) y cual sea la composición del gas.

En las luces incandescentes los átomos vibran y la cantidad de estados finales posibles es infinita. En las lámparas de descarga solo son posibles unos pocos estados. A cada cambio entre dos estados energéticos le corresponde un color (se emite un fotón de una cierta frecuencia). Al solo poder darse ciertos cambios solo se podrán generar ciertos colores.

La consecuencia inmediata es que no existe un concepto como el de temperatura de color ya que esta está definida para una fuente que emita todos los colores. Sin embargo muchos fabricantes se empeñan en ofrecer en sus catálogos un parámetro como temperatura de color. Este parámetro es, en todo caso el color correlacionado, que es la temperatura de color más cercana a la apariencia de la luz de la lámpara. Pero debe quedar claro que su uso fotográfico es nulo. No se puede extraer el filtraje necesario para una lámpara de descarga a partir de su temperatura de color.

Al no emitirse todos los colores estas lámparas no reproducen bien todos los colores. Esto es, aquello que se ve bajo una lámpara de descarga tiene colores distintos cuando se saca al sol.

Observaciones eléctricas

Las lámparas de descarga tienen una característica de tensión-corriente negativa. Esto es no cumplen la ley de Ohm. Al producirse la descarga eléctrica la lámpara actúa como un generador eléctrico debido a que el gas empuja sus propios electrones hacia los electrodos. Este efecto debe compensarse. Se emplea para ello por lo general un equipo auxiliar de encendido, normalmente una impedancia que se conecta en serie con la lámpara.

Fluorescentes

Características

Las lámparas fluorescentes deberían estudiarse, no como un caso aparte, sino dentro de las lámparas de descarga de vapor de mercurio.

Las lámparas fluorescentes son lámparas de descarga de vapor de mercurio a baja presión. Están formadas por una larga ampolla rellena de vapor de mercurio y recubierta de sustancias fluorescentes. Cuando se produce la descarga en los electrodos conectados al tubo, el mercurio genera luz ultravioleta, invisible para el ojo. Esta luz al chocar con las sustancias fluorescentes hace que brillen y emitan luz visible.

Aunque hay soluciones para encendido rápido, los tubos fluorescentes suelen ser lentos (relativamente) en su encendido. Pueden tardar algunos segundos y después de varios intentos. Los sistemas de encendido y la impedancia de arranque provocan interferencias electromagnéticas por lo que hay que vigilar el empleo de equipos que empleen ondas para comunicarse. (Por ejemplo ciertos motores de enfoque automático o flashes esclavos).

La vida media es elevada y llega a las 7000 horas. Su rendimiento decrece con la temperatura ya que el mercurio emite menos ultravioleta al calentarse por encima de los 20º.

Los efectos de aumentar la tensión son: una mayor intensidad de corriente con una menor tensión en los electrodos (aunque parezca contradictorio no lo es, recuérdese la existencia de la impedancia que absorbe el restante). La potencia final es mas alta pero con un aumento inferior al provocado en el flujo luminoso, por lo que la eficacia luminosa baja.

Velocidad de obturación con lámparas de descarga

Son lámparas con efecto estroboscópico. Es decir, se notan las variaciones de tensión debido a la corriente alterna. La emisión de luz sube y baja 100 por segundo (en Europa) por lo que debemos emplear tiempos de obturación superiores al 1/100. Típicamente con 1/60 podemos garantizar coger un máximo de tensión, y por tanto de emisión. El efecto de disparar más rápido es que no sabemos en que momento de emisión estamos, por lo que podemos subexponer la foto para obturaciones menores de 1/60.

Brillo y cualidades de visión

Al ser los fluorescentes por lo general barras y tener estas una superficie de emisión relativamente grande tienen un bajo brillo con una buena emisión además de provocar una iluminación suave, con pocas sombras. Su rendimiento luminoso es alto, de 50 a 70 lúmenes por vatio. Lo que significa que se aprovecha bastante mas la electricidad que en las lámparas incandescentes. Su temperatura de trabajo está sobre los 40ºC por lo que son mucho más fríos que aquellas, lo cual es bastante de agradecer. Sin embargo el rendimiento de color que tienen normalmente es bastante malo: en este sentido se distinguen tres tipos de lámparas: la normal, la de lujo y la especial de lujo con rendimientos típicos de 50-60, 87 a 92 y 93-95. Últimamente han aparecido lámparas denominadas trifósforo, que contienen un juego de compuestos que se especializan en dar distintos colores con lo que se ha conseguido rendimientos de color de 85 (trifósforo normal) y de 95 (trifósforo de lujo). Esto hace que existan lámparas fluorescentes dedicadas para la observación de colores.

Sin embargo nunca sabremos a priori si los fluorescentes que hay instalados en el lugar de la foto son de los normales (mala reproducción del color) o de los buenos (para nosotros). De todas maneras nunca debemos fiarnos si nos dicen que las luces instaladas son trifósforo. A menudo se está empleando este término para hablar de lámparas fluorescentes de casquillo Edison que se venden como sustituto de las lámparas de incandescencia y que no tienen el respeto por los colores que necesitamos en fotografía. Es mas, incluso dentro de una sala iluminada con tubos puede variar la calidad del color en distintos tubos

debido a haberse cambiado y no haber tomado el mismo modelo. Muy a menudo, cuando un tubo fluorescente debe ser reemplazado el encargado de mantenimiento solo se fija en la potencia y el tamaño del tubo y no en el tipo.

Filtrado

Una guía de filtrado puede ser (según el Consejo Británico de Iluminación y Kodak, Samuelson, 1988):

Tipo de lámpara	Pel. luz artificial.		Pel. Luz natural.		
Warm white	20R+10M	2/3 paso	20B	20B	2/3 paso.
Warm white de Luxe	20R+10M	2/3 paso	30C	30C	2/3
Cool white			10R+10M	2/3	
Cool white de luxe			10C	1/3	

Hay formas de mejorar el rendimiento de color de una instalación de luz fluorescente mediante un adecuado diseño de la misma mezclando luces fluorescentes de distintas características y luces incandescentes.

Halogenuros metálicos

Son las reinas de la fotografía artificial continua, muy empleadas en cine y en iluminación de interiores para fotografía. Estrictamente hablando si las lámparas fluorescentes son lámparas de vapor de mercurio a baja presión, estas son una de las tres variedades en que podemos dividir las lámparas de mercurio de alta presión. Las otras dos son las lámparas de mercurio (propiamente dichas) y las de luz mezcla.

Son lo que en su edición española el libro de Samuelson denomina luces metalhalógenas y en podemos encontrar también con el nombre de lámparas de haluros metálicas o incluso de vapor de mercurio con haluros metálicos.

Se trata de lámparas de mercurio de alta presión a las que se han añadido unos metales (disprosio, galio, talio, torio...) y un compuesto halógeno con el fin de mejorar su rendimiento de color. Tienen un comportamiento parecido al de las lámparas halógenas. También aquí se produce un efecto de regeneración del filamento por lo que tienen una larga vida media (unas 10000h para las de baja potencia y de 1000 a 2000 horas las de alta). Existen, no obstante, cuatro tendencias en la fabricación de estas lámparas:

- -De Sodio, talio e indio. Con un rendimiento cromático de 65 y un rendimiento luminoso de 90lm/w. No aptas para fotografía.
- -De Sodio y escandio. Rendimiento de color 80-85 y 80lm/w de rendimiento luminoso. Aptas para fotografía.
- -De disprosio y talio, con un rendimiento cromático de 85 y 75lm/w. Aptas para fotografía.
- -De talio y otros, con un índice de color de 80 a 95.

Las lámparas, hasta una potencia de 4000w pueden emplear cables ligeros y redes monofásicas, por lo que son muy prácticas para un uso portátil. Requieren para su encendido un circuito especial de alta tensión que suele estar alojado en la misma lámpara. Suelen estar selladas para evitar la radiación ultravioleta por lo que no son intercambiables con otros tipos de lámparas como las halógenas.

Las luces metal halógenas son, hoy por hoy, la solución mas empleada en iluminación de grandes superficies en los que se quiere un cierto respeto a los colores. En un estadio de deportes, una gran sala de reuniones, un hipermercado o una gran estación de transporte probablemente nos encontraremos con este tipo de iluminación.

Las lámparas de halogenuros metálicos en fotografía. (HMI, HMP, HTI, HSR, HDS)
Todas estas son fuentes de luz de halogenuros metálicos. Se trata pues de lámparas de vapor de mercurio a las que se les ha añadido un componente halogenado que regenera el interior de la bombilla permitiendo una mayor estabilidad de la calidad de la luz durante la vida de la lámpara.

Son fuentes que presentan un elevado rendimiento de potencia y de color. Pueden dar de 80 lúmenes por vatio (HTI) a 100 (HMI). Su rendimiento de color nunca es menor que 90.

Debemos recordar que no todas las lámparas de halogenuros (o metal halógenas) son para uso fotográfico, sin embargo el término HMI es específico para estas aplicaciones. Su calidad de reproducción del color posibilita su empleo en exteriores sin necesitar ningún tipo de filtrado de color. Debido a su alta emisión se emplean a veces para simular el sol sustituyendo a las antiguas lámparas de arco de carbón.

HMI es una marca registrada por Osram aunque otros fabricantes hacen lámparas similares. De hecho Osram ganó un Oscar de la Academia de Arte y ciencias cinematográficas por su aportación al cine con el desarrollo de este tipo de iluminación.

Osram fabrica las HMI con cuatro terminaciones:

Doble conector. Lámparas alargadas destinadas a montarse en una luminaria (reflector) con terminaciones en los extremos. Es la forma tradicional de las lámparas.

Conector simple. El conector se encuentra en un solo lado de la lámpara. También se trata de bombillas que se deben colocar en la luminaria. Estos dos tipos requieren que la lámpara se encuentre en una posición de terminada.

Conector simple con ampolla externa. La lámpara se encuentra alojada en el interior de una ampolla, lo que facilita su manipulación. Pueden colocarse en cualquier posición.

Lamparas con reflector incorporado. La lámpara tiene además de la ampolla un reflector parabólico incorporado. Son las denominadas PAR 64. Ya antes se comentaron las lámparas PAR 64 de tungsteno, estas son similares pero con HMI.

Este tipo de lámparas se emplea con corriente alterna.

Al final del capítulo se incluye información técnica sobre estos tipos de lámparas.

Color, velocidad de obturación y otros

Color

A pesar de ser fuentes artificiales su apariencia de color es fría, por lo que no requieren filtrado a la hora de fotografiar con película luz día. Por tanto son aptas para compensar interiores de luz natural. Las lámparas tipo CSI tienen una apariencia de color de luz día (4000k), las CID una apariencia de 5500k mientras que las CIT se emplean con película de tungsteno o con luz día filtrada y una apariencia de color de 3200k.

Un efecto pernicioso es la pérdida de apariencia de color que tienen. En cine se dice que pierden un kelvin por cada hora de funcionamiento; por lo que a veces, cuando se deben rodar escenas para hacer un montaje, se debe recurrir a no apagar las luces entre una toma y otra o incluso a cambiar el tipo de luces ya que no se garantiza que en las dos tomas que se deben unir en un solo plano se mantenga el mismo color. Sin embargo su funcionamiento a baja temperatura y el gran rendimiento luminoso que ofrecen la hacen la mejor solución a adoptar para fotografía con luz continua.

Efecto estroboscópico

Su principal desventaja es que su baja inercia provoca efecto estroboscópico: la luz varia de un 60 a un 85% del máximo de emisión dos veces por cada ciclo (cien veces por segundo) por lo que no se pueden emplear velocidades mayores de 1/60. Sin embargo para su uso cinematográfico existen unas unidades de estabilización que reducen este efecto.

Encendido

Las HMI pueden tardar hasta 6 minutos en encender, si bien a los 4 minutos los diferentes parámetros ya están a menos del 10% de sus valores nominales de trabajo. Por ello se debe esperar al menos este tiempo, 6 minutos, para comenzar a rodar.

El encendido y apagado rápido es una de las cosas que más afecta a la vida de la lámpara, el fabricante recomienda encendidos de 60 minutos y apagados de 15 para los modelos HMI, HMP y HTI mientras que para las HSR y HSD los ciclos de trabajo son de 30 minutos apagados por cada 180 encendidos.

Lo que más afecta a la vida de la lámpara es el apagado durante el proceso de encendido. Esto es, apagar la lámpara antes de que se haya terminado de encender, durante los primeros 6 minutos después de haber pulsado el interruptor.

Seguridad

Estas lámparas jamás deben emplearse mas allá del tiempo de vida en un 25% ya que en estas condiciones los riesgos de explosión aumentan. Como queda dicho hay usos que acortan la vida de las lámparas, principalmente el abuso de encendidos cortos o apagados antes de alcanzar los valores estables.

Obviamente nunca emplearemos este tipo de fuentes en ambientes con riesgo de explosión.

Características técnicas concretas.

(Catálogo Osram 1998-99)

HMI PAR 64

Se fabrica en una única potencia de 1200 vatios. Su tensión de alimentación es de 100 voltios y tienen un consumo eléctrico de 13’8 amperios. La base es la Mogul (G38), una vida media de 1000 horas y una temperatura de color correlacionada de 6000 kelvins, por lo que se puede emplear mezclada con luz solar. Las posibles variaciones se presentan de acuerdo al ángulo de cobertura, que depende del reflector PAR incorporado. Las posibles variantes son:

Tipo de lente	**NSP**	**MFL**	**WFL**	**SWFL**
Intensidad en candelas.	2.100.000	650.000	130.000	60.000
Semiángulo de cobertura.	7x8	9x21	26x56	47x47

HMI de terminación simple.

Todas las lámparas tienen una tempertaura de color correlacionada de 600 k.

Tipo	Tensión de alimentación (voltios)	Potencia nominal (vatios)	Vida media. (Horas que tarda en alcanzar el 50% de su emisión)	Intensidad eléctrica de servicio.	Flujo luminoso
HMI 123	80	125	150	1.7c	8500
HMI 200 W/SE	70	200	200	3.0c	16000
HMI 250 W/SE	50	270	250	5.4c	16200
HMI 400 W/SE	70	400	650	6.9	33000
HMI 575 W/S E	95	575	750	7.0	49000
HMI 1200 W/SE	100	1200	750	13.8	110000
HMI 2500 W/SE	115	2500	500	25.6	240000
HMI 4000 W/SE	200	4000	500	24.0	380000
HMI 6000 W/SE	125	6000	300	55	540000

HMI de terminación doble

Tipo	Tensión de alimentación (voltios)	Potencia nominal (vatios)	Vida media. (Horas)	Intensidad eléctrica de servicio. (ca)	Flujo luminoso
HMI 200 W	80	200	300	3.1	16000
HMI 575 W/GS	95	575	750	7.0	49000
HMI 1200 W/S	100	1200	750	13.8	110000
HMI 1200 W/GS	100	1200	750	13.8	110000

HMI 2500 W/GS	115	2500	500	25.6	240000
HMI 2500 W/S	115	2500	500	35.6	240000
HMI 4000 W 200	4000	500	34.0	380000	
HMI 6000 W 123	6000	500	55.0	570000	
HMI 12000 W 224	12000	500	62.0	1150000	
HMI 12000 W/GS	160	12000	500	84.0	1150000
C 18000 W 225	18000	250	88.0	1700000	

LÁMPARAS NO RECOMENDABLES PARA USO FOTOGRÁFICO

Lámparas de vapor de mercurio a alta presión

Las lámparas de vapor de mercurio de alta presión tienen una reproducción de los colores que varia con la presión del mercurio. Básicamente, en cuanto a su color hay dos tipos: las de ampolla clara, con un índice de reproducción cromático de 25 (bajísimo y totalmente inadmisible para fotografía en color) y las de color corregido en las que se aprovecha la emisión ultravioleta para generar color rojo de una forma parecida a las lámparas fluorescentes.

El encendido suele ser lento y absorbe el doble de intensidad que en servicio, por lo que debe sobredimensionarse el circuito eléctrico. Su uso fotográfico es mínimo y su empleo industrial está desapareciendo. Solo las encontraremos en instalaciones industriales antiguas o en modernas en las que es importante una alta intensidad luminosa combinada con un ambiente frío. Al reproducir muy bien (incluso de forma muy fiable) los verdes se pueden encontrar en iluminación de parques y jardines. Sobre el filtrado es mejor hacer pruebas comenzando por un pola y un filtro 30M.

Lámparas de luz mezcla

Son lámparas de color corregido con balasto incorporado. El balasto sirve para estabilizar la carga eléctrica y solo tiene efectos en cuanto a precio y consumo eléctrico. El que sea un tipo de luz de color corregido no significa que podemos fiarnos de su reproducción de color: por lo general el rendimiento es de 60 por lo que insistiendo en lo dicho: no por mucho que filtremos vamos a mejorar la reproducción de los colores. Son lámparas a desaparecer.

Lámparas de vapor de sodio

No deberíamos ni mencionarlas debido a su nulo uso fotográfico, sin embargo es bueno tenerlas en cuenta ya que son muy utilizadas en iluminación industrial y exterior. Las hay de dos tipos: de baja presión y de alta.

Las de baja presión

Son especialmente empleadas en iluminación exterior donde es mas importante conseguir una cierta iluminación antes que un cierto aprecio de los colores. Estas lámparas de baja presión son las que normalmente nos vamos a encontrar en las farolas de las avenidas. Son fuentes que el 90% de la luz que emiten lo hacen en un único tono de amarillo (y el resto pertenece al infrarrojo cercano), por lo que es imposible conseguir una cierta reproducción de color. Su uso está justificado por las características de recepción del ojo: para los tonos amarillos y verdosos la sensación de luz es mayor que para otros tonos, así con una cierta cantidad de luz amarilla se ve igual que con cantidades mayores de otros colores. Como se ve es una luz pensada para el ojo humano, no para las cámaras fotográficas. A la luz de una farola podemos tirar en blanco y negro con una velocidad en torno a 1/50 y 400 ISO con f:1’4. Filtrar no merece la pena ya que lo único que vamos a conseguir es disminuir la cantidad de luz sin mejorar la reproducción. Recordemos que el color lo proporciona la fuente luminosa y que estas solo emiten un tono de amarillo (de longitud de onda entre 689 y 689’6 nm)

Vapor de sodio a alta presión.

Su uso es industrial también, tienen un índice de reproducción de color de 25 en los modelos antiguos y entre 65 y 80 para los nuevos desarrollos. Por lo que para fotografía industrial con luz ambiente sería una bendición encontrarse con estas últimas, están diseñadas estas últimas para la iluminación de escaparates y vitrinas. Dependiendo de la presión del gas se consiguen distintas apariencias de color. Conforme sube la presión se va perdiendo dominante verde y se va ganando roja. Debido a la variedad, y al igual que en las fluorescentes, para un uso fotográfico delicado es indispensable realizar pruebas para determinar el tipo de lámparas y la corrección necesaria de filtraje

Capítulo 17

EL FLASH

GeneralidadesGeneralidades

El flash, como sabemos, un aparato que lanza destellos de luz. La luz continua es la que no se emite en forma de destellos sino, como su nombre indica, de forma continua. Hay, no obstante, un tipo de luz intermedio: la estroboscópica. Se trata de una luz de destellos pero que se lanza en ráfagas rápidas. Se emplea sobre todo en cine para detener objetos que se mueven deprisa, como puede ser gotas de agua o arroz cayendo de un recipiente. Su uso es bastante habitual en publicidad para que los objetos en movimiento tengan formas definidas y no sean una simple masa informe.

En esta sección vamos a hablar del flash y sus características.

Desde que a mediados del siglo pasado al señor Nadar se le ocurriera emplear fogonazos de luz para impresionar sus fotos de las catacumbas parisienses han sido muchos los procedimientos para generar luz de destello que se han empleado, tantos que cada uno imponía unas restricciones en el uso de la cámara, relacionado, casi siempre, con la necesidad de sincronizar la obturación de la película con el destello. Afortunadamente ya ha pasado la época en que teníamos que hablar de tres tipos de flashes y tres tipos de conectores para tres tipos de sincronización. Hoy por hoy solo hay un tipo de flash: el electrónico.

Este consiste en una lámpara de gas en cuyo interior hay dos electrodos. Al aplicar a estos una tensión eléctrica importante (mas de tres mil voltios) se produce un arco voltaico y un destello en el gas. No vamos a pararnos a considerar como está fabricado un flash ni como, en las unidades portátiles, conseguimos esos tres mil voltios a partir de cuatro pilas de uno y medio, con saber que se hace ya es bastante, simplemente hacer notar que esta tensión se almacena en un condensador que participa en el proceso de elevación y que por tanto debemos mantener una regla de seguridad muy elemental: en el caso de abrir un flash electrónico, aunque este esté desenchufado puede tener aún los tres mil voltios en el condensador que esperarán a descargarse en nuestros dedos. Así que a no ser que entendamos de electrónica y sepamos lo que hacemos, lo mejor es dejar de toquetear en las tripas del flash.

Sincronización del flashSincronización del flash

La cámara debe estar sincronizada con el flash para que la película está recibiendo luz en el momento de disparar este. Al disparar la cámara lo que se hace es cerrar el interruptor del flash. Esto va a la velocidad de la corriente eléctrica (la de la luz) mientras que el obturador es un mecanismo varias miles de veces mas lento que la corriente eléctrica, por lo que el disparo del flash siempre debe retrasarse algo del de la cámara. Además el obturador debe estar totalmente abierto, no como sucede en los obturadores de cortinilla en los que gran parte de las veces el obturador solo es una rendija que descubre un pequeña parte de la película.

Debemos tener en cuenta que la velocidad de sincronización de la que normalmente se habla es la máxima posible. Si tenemos una cámara cuya velocidad de sincronización es de 1/60 podremos emplear el flash con todas las velocidades inferiores hasta 1/60 (por ejemplo desde 1 segundo hasta 1/60) de igual manera si nuestra cámara marca el flash a 1/250 podemos sincronizar este a todas las veloci-

dades inferiores a esta. Mas adelante volveremos sobre este punto de la velocidad de sincronización cuando hablemos del tiempo de emisión.

Tipos de flashes

Un flash, como toda fuente de luz, se compone de tres partes: la fuente de energía, la lámpara y el sistema óptico.

La clasificación más simple, y sin duda una de las más acertadas, se hace en función del generador eléctrico. En concreto de la energía capaz de suministrar. Como recordaremos de nuestras clases de física básica, la energía se mide en julios. La capacidad para usar la energía se llama potencia y nos dice cuanta energía se puede emplear por segundo. Por ejemplo, dos grúas elevan dos pisos un peso de diez quilos. Una, la primera, lo hace en un minuto mientras que la segunda lo hace en medio. La cantidad de energía que emplean ambas es la misma: la necesaria para elevar los diez quilos dos pisos. Pero la primera lo hace en el doble de tiempo, esto significa que tiene la mitad de potencia.

La energía se mide en julios, la potencia en vatios. Un vatio es un julio por un segundo. Este es el valor que normalmente encontramos en los generadores para flash: su potencia en julios por segundo. Incomprensiblemente, en vez de dar la potencia en vatios se da una vuelta de tuerca a las dificultades y se habla de julio-segundos. Cosa que, realmente, no es una unidad.

Potencia de almacenamiento

Supongamos que tenemos un generador que dice que da 500 julios por segundo (la mayor parte de las veces simplificamos y no mencionamos el segundo y decimos solo julios). Eso significa que puede dar energía a una lámpara de 500 vatios durante un segundo. O lo que es lo mismo, a una lámpara de 5000 vatios durante una décima de segundo. O a una lámpara de 500.000 vatios durante una milésima de segundo... ¿Os imagináis una bombilla de medio millón de vatios?. Por eso estas lámpara lanzan destellos, no se podría construir una lámpara de medio megavatio de luz continua, ¡se quemaría ella sola!, sin embargo, al funcionar solo durante una milésima de segundo si se pueden alcanzar estas cantidades fabulosas de energía.

Como hemos dicho los flashes se pueden dividir según la potencia del generador. Se dividen en tres tipos:

De baja potencia, de media y de alta.

Baja potencia

Los de baja potencia son los flashes portátiles, esos que todos conocemos y que montamos en la cámara. Generalmente se alimentan con pilas o baterías. Tienen tan poca potencia que rara vez se menciona esta. Normalmente se habla de ellos en términos del diafragma que requieren cuando están a la distancia de un metro. A esto se le llama número guía. Estos flashes tienen dos mercados principales: el de aficionados y el de profesionales del reportaje. Al ser unidades de poco peso y fácil de transportar son imprescindibles para el reportero, ya sea para su uso en bodas, periódicos, trabajos de campo...

.13 Media potenciaMedia potencia

Los flashes de media potencia generalmente son los de generadores de 200 a 600 julios por segundo. Son flashes que ya comienzan a tener un cierto tamaño pero que permiten un gran número de accesorios y posibilidades. No son precisamente para montar en cámara pero si son medianamente transportables. Lo mas que hemos de emplear es un maletín. Algunos modelos permiten ser conectados a la batería de un coche lo que aumenta su adaptabilidad. Generalmente el generador y la lámpara forman un solo cuerpo, por lo que se les llama flashes compactos.

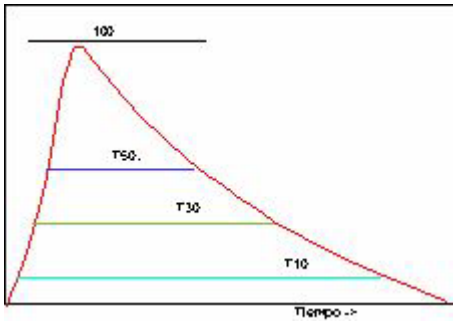
Potencia

Los flashes de potencia son unidades de peso ya respetable en los que, por lo general, generador y lámparas van separados. Los generadores son de mas de 600 julios y pueden superar los 3200. Las lámparas y las luminarias pueden ser desde unidades de tamaño similar a las compactas a unidades de varios metros de largo que requieren mas de un generador para alimentarse. Son luces que permiten un número amplísimo de accesorios y que a veces se encuentran identificadas con cierto tipo de trabajos: por ejemplo la fotografía de automóviles, de camiones o de muebles.

A un mismo generador se le puede conectar varias lámparas y repartir la potencia entre ellas. Incluso algunos generadores permiten repartir la luz de forma «asimétrica» esto es de forma diferente para cada foco.

Características de emisión

El tiempo de destello



El destello del flash tiene lugar en dos fases. Un primer tiempo, que llamaremos de ataque, en el que la luz se comienza a generar y llega a su máximo valor y otro de relajación que va desde este máximo de nuevo hasta su extinción. Los flashes modernos están fabricados de manera que el ataque sea muy rápido mientras que la relajación se deja más lenta. Cuando se habla del tiempo que dura el destello no se habla desde que el flash comienza a iluminarse sino desde que alcanza cierto valor. Normalmente se emplean tres valores denominados t 0'5, t 0'3 y t 0'1. El número indica el umbral mínimo a partir del cual se cuenta el tiempo. Generalmente los datos del fabricante se dan en t 0'5. Esto significa que el tiempo dado es el tiempo que la luz supera el 50% del máximo. El tiempo recomendado por la norma DIN es el t 0'1, es decir, el tiempo en el que la intensidad de luz supera el 10% del valor máximo. Sin embargo no todos los fabricantes lo suelen emplear. Algunos emplean el tiempo t 0'3, que como se supondrá indica el tiempo que la luz está por encima del 30% del máximo. Para empezar pocas veces los fabricantes indican que tiempo se emplea, te sueltan un 1/850 de segundo sin decir si es t 0'5 o DIN t 0'1.

Sin embargo: Si tomamos en cuenta el tiempo t 0'5 resulta que la luz que queda por debajo de ese 50% aún está actuando, y puede impresionar la película, con lo que el tiempo de exposición real es bastante mayor. Esto llevado a un caso práctico significa que si esperamos que el destello sea de 1/1000 de segundo, la máxima velocidad de sincronización real a emplear es de 1/350. Por ejemplo, un flash Metz 45 tiene un tiempo de destello 1/350. Si empleamos una cámara de obturador central, que como sabemos rara vez supera los 1/500 de segundo y sincroniza el flash a todas las velocidades, tenemos como límite de uso realmente un tiempo de 1/125 o cosa así. Con un Sunpak 45 que tiene un tiempo de destello de 1/850 el tiempo de obturación igualmente podríamos subirlo hasta 1/300, pero no más. Disparar a 1/500 produciría una imagen ligeramente subexpuesta.

Por otro lado el tiempo 0'1 es demasiado largo y añade luz que es demasiado débil como para impresionar la película. Por lo que en caso de dar el tiempo de destello según DIN t 0'1 el tiempo de obturación podríamos subirlo en un paso y medio o así.

El tiempo de carga

Es el tiempo que se necesita desde que se ha disparado el flash hasta que el generador es capaz de alimentar de nuevo a la lámpara para realizar otro destello. Según la norma DIN (que es la principal

fuente para las directrices europeas y para la normativa internacional ISO), se debe indicar el tiempo que pasa desde el destello anterior hasta que el generador alcanza el 70% de su capacidad. Algunos sostienen que este 70% es fuente de problemas, ya que supone errores de hasta medio paso en la exposición con respecto a la luz de plena carga. Esto realmente depende del equipo. Pero si se quiere tener una seguridad en el disparo y repetibilidad en las exposiciones lo mejor es pasarse en el tiempo de carga bastante mas de lo que indica la hoja de características de nuestro flash.

Diafragma a una distancia

El conocido número guía. De este vamos a tratar en cierta profundidad cuando hablemos de las técnicas de distancia. Solo decir que este número indica, para una cierta sensibilidad de película (o lo que sea) el diafragma a emplear. Para calcular el diafragma a emplear a otra distancia solo hay que dividir el número guía por la distancia existente entre el flash y la escena empleando como unidades la distancia para la que se da el valor.

¡OJO!

1. La distancia es la del flash a la escena, no la de la cámara.
2. La distancia se debe según sea la referencia dada por el fabricante. *Si se dijo el flash a un metro emplearemos los metros, si se dijo el número guía a un pie hay que medir en pies, pero si se dijo la distancia a, por ejemplo, dos metros, habrá que medir de dos en dos metros. Si el flash dice que da un f:45 a dos metros y colocamos este a cinco de la escena no habrá que dividir 45 por cinco, sino por dos y medio, que es el número de veces que dos metros entra en cinco. Una distancia que dan muchos fabricantes es la de 1'3 metros. Bien en este caso habremos de medir empleando como unidad 1'3 metros. Así si tenemos un f:64 a 1'3 metros según las características del flash y vamos a poner este a ocho metros de la escena habremos de calcular no 64/8 (un diafragma 8) sino que primero habremos de pasar los 8 metros a 1'3. Es decir 8/1'3= 6'15 y ahora dividir 64 por esta distancia: 64/6'15 = 10'4 que será el número f a emplear (aproximadamente algo mas de 8 + 2/3).*

Otro dato a tener en cuenta es que el número guía solo debe emplearse cuando el flash pueda asimilarse a una luz puntual. Es decir, solo para flashes desnudos o con reflectores a una distancia mayor de 3 veces el diámetro del reflector. Según algunos autores esta distancia debe ser 7 veces mayor que el reflector, otros la elevan a 20 veces. Para los difusores cuadrados expondrán en su momento unas curvas que permiten el cálculo del diafragma a ciertas distancias.

Otro aspecto a tener en cuenta es el del ángulo de caída. Según el efecto Lambert, el número guía solo sirve cuando la cámara y el flash están alineados. Al separar ambos se forma un triángulo cuyo tercer vértice es el objeto a fotografiar. Si medimos el ángulo cuyo vértice se coloca en la escena y que va del flash (o de cualquier otra luz) a la cámara, el número guía solo se puede emplear cuando este ángulo sea inferior a 51º.

Capitulo 18

Luz día

Las mejores cosas del mundo son gratis

Al menos eso dice Samuelson en su libro La cámara de cine y el equipo de iluminación en su capítulo sobre luz natural. Y habrá quien le de vueltas a la cabeza buscando un canon que grave el disfrute solar. Pero mientras tanto...

No es oro todo lo que reluce ni toda la gente que vaga anda perdida, lo que pasa es que el sol es caprichoso. Es como un niño chico que nace cada día, no se está quieto, solo está disponible cuando le place. Aunque, eso sí, con un estricto horario que, mas o menos conocemos.

Mas o menos, claro, porque si cambiamos de sitio ya no conocemos. Si cambiamos a lo bestia ¿eh?, no nos vamos un par de manzanas mas allá sino un par de husos horarios. Osea que ir de localizaciones es una tarea que hay que realizar en las fechas inmediatas a la celebración del rodaje o el año anterior por las mismas.

Cuenta Néstor Almendros que esto hizo para realizar la película de Rohmer La marquesa de O. Película rodada íntegramente con luz natural. Todos los interiores del se iluminaron con la luz del sol en interiores reales de un castillo. Con lo que quedaba completamente fuera de lugar el viejo truco de quitar el techo al decorado. Actuó simplemente sabiendo porqué ventana iba a entrar el sol y a que hora. Para rellenar las sombras usó espejos que reflejaban la luz desde otras habitaciones. Otro viejo truco que podemos contemplar en Las meninas de Velázquez. La figura del fondo parece ser que sostiene un gran espejo que ayuda a iluminar la estancia donde la infanta, el pintor y (al parecer) los reyes están.

Luces de día hay tantas como lugares y para cada lugar tantas como veces levantemos la mirada. La luz no solo va a depender del sol o de las nubes que haya por medio. También del aire, de la cantidad de polvo que este arrastre; de la temperatura del aire y de la del suelo.

La mayor claridad siempre tras la lluvia. (foto VI). El agua limpia el ambiente y las cosas lucen por si solas. Un cielo encapotado tras un chaparrón hace mas rojos los rojos.

Luz norte

A ver si ponemos un poco de orden en todo esto. Para comenzar decir que la luz del día no es solo la del sol. El cielo también alumbra. Cierto que por causa de aquel pero lo hace de otra forma. A menudo la literatura sobre el tema pasa este hecho por alto y se pone a recomendar luz norte sin decir exactamente que es. No hace falta ser un lumbreras, claro; luz norte, es nuestro etnocentrísmo patológico, porque en Argentina la luz norte es luz sur.

Así que hay dos fuentes: El sol como foco directo y el cielo como superficie emisora. El sol que da una luz dura y puntual, de sombras marcadas que se mueven a lo largo del día; sombras alargadas y horizontales durante la mañana, cortas y verticales en la primera tarde, largas y horizontales de nuevo en las últimas horas. En el hemisferio norte el sol siempre está mas al sur que nosotros. En el hemisferio sur, siempre mas al norte.

La luz del cielo es indirecta, sin sombras, da un buen nivel general de iluminación y no tiene dirección. Es la luz que en nuestras latitudes españolas ilumina la cara del que mira al norte, la cara del que, en

Chile, mira al sur.

De la dirección como postura estética

Se dice que los antiguos estudios de los primeros días, antes de los flashes, eran recintos de cristal que miraban al norte. Mas tarde ciertos movimientos rupturistas orientaron sus lugares de trabajo al sur, por aquello de llevar la contraria. Académicamente ambas luces se pretende que definan actitudes fotográficas antagónicas. El aficionado debe disparar siempre con el sol a su espalda. El artista clásico con la luz del cielo. La luz del mediodía es fea. ¿Cuantos tópicos hemos acumulado en siglo y medio?.

Las tres luces del día

En las latitudes en que se escriben los tratados se ha definido la luz del día como la de un día típico: cielo encapotado por nubes suaves que hacen gris el día. Indudablemente un cielo cubierto tiene sus cualidades atractivas, el cielo brilla menos y es más fácil el retrato ya que los ojos no quedan heridos. Esta luz de nubes es un caso intermedio de los dos anteriores. Se trata de un foco con un difusor. La luz se reparte uniformemente y no hay direcciones apreciables en las sombras. En blanco y negro los objetos se modelan a sí mismos, en color quedan mas aplanados. La luz solo varía en intensidad a lo largo del día y podemos simular la mañana por la tarde sin que se note.

La luz de un cielo despejado brilla a veces en exceso y es difícil alzar la mirada, detrás de lo fotografiado el sol cae con mas fuerza y confunde al fotómetro. Hay que medir de muy cerca o con un aparato de forma incidente. Para compensar en cierto modo la diferencia entre lo iluminado por el sol (generalmente el fondo) y lo iluminado por el cielo (la figura) se puede introducir una nueva fuente, ya sea en forma de flash de relleno o de reflector que aclare la sombra (estico). De esto hablamos mas adelante.

El sol directo marca sombras, hace brillar la piel, levanta los colores. Según las horas es una luz rasante que modela las superficies y realza su textura o una luz a pico que dibuja una nariz negra hasta los labios y esconde los ojos en un antifaz de sombras. Esa luz de las horas que en todos sitios nos dicen que no fotografiemos. Con lo fácil que es decirle a quien fotografiemos que se dé la vuelta (si procede).

De las Horas, la mañana

La luz de la mañana es clara. Mas clara que la de la tarde a no ser que se haya levantado niebla. El cielo es más azul y es cuando mayor rendimiento le podemos sacar a un polarizador. Cuanto más temprano mas alto saturaremos el cielo, en los dos sentidos. Lo único a tener en cuenta es alinear el sol con nuestros hombros, con el sol a un lado enfrente se notará mas el efecto del polarizador. Conforme avanza el día bajan las sombras, el cielo se vuelve más turbio. Para aclararlo se precisa un skylight o un ultravioleta. Si vamos de blanco y negro lo recomendado de toda la vida es un filtro amarillo... que no olvidaremos retirar al cargar película en color (Salvo que alguna inconfesable intención nos mueva).

Para evitar las sombras marcadas, si no es eso lo que andamos buscando, dar la vuelta al objeto fotografiado (si es posible) o indicarle que mire hacia arriba para que el sol le caiga frontalmente (Foto 1).

La tarde

Las luces de la tarde son como las de la mañana pero con una atmósfera mucho menos limpia. El día brilla, las cosas pueden moldearse y ganar en color propio si miramos en la dirección de la luz y se vuelven más opacas y resalta todos sus detalles de forma en la dirección contraria. Con el sol detrás nuestra el objeto se define por sus colores. Con el sol tras él, a casi contraluz, el objeto de identifica por la textura de su superficie.

Conforme va viniendo la noche la luz se vuelve mas rosada, llega la hora bruja, la hora que rodea la puesta de sol. Es la media hora antes de que el sol desaparezca y la media hora después.

Al comienzo de la bruja la luz es muy horizontal y de un blanco purísimo, diez minutos mas tarde se vuelve rosada y otros diez después naranja. Algún inconsciente recomienda poner un filtro azul o emplear película para luz artificial a estas horas para compensar el color. El cielo en la dirección del sol es una fantasía de rojos y púrpuras (foto 2). Con el sol a la espalda es de un azul fuertísimo. Si vemos a fotografiar a esta hora conviene tener en cuenta lo dicho, ya que la luz, naranja, del sol va a ser lateral al objeto mientras que el lado en sombra va a estar iluminado por el cielo, azul.

Y van a suceder dos cosas: la parte en sombra, iluminada por el cielo, lo va a reflejar, tomando un color arrojado azulado. Como el lado iluminado por el sol es anaranjado y, curiosamente, los tonos azules del cielo y naranja del sol son complementarios, va a tener lugar un efecto óptico llamado contraste simultaneo, según el cual si ponemos dos colores adyacentes se tiñen cada uno del complementario del otro. Es decir, la sombra azul, al lado del naranja se hará más azul y el naranja más naranja... (foto 3).

Relleno de sombras

No vamos a insistir en como se debe calcular la luz de relleno. De eso queda cumplida cuenta a lo largo de todo el libro. Solo vamos a mencionar algunos aspectos de trabajar con luz día y relleno de luz artificial.

Para trabajar con cielo despejado y luz norte en descubierto, donde el sol ilumina el fondo bastante mas fuerte que la figura, o rellenar una figura a contra luz de un atardecer para que se vean ambos es preferible hacerlo reflejando la luz, que hacerlo con flash. Concretamente al atardecer, a no ser que sea uno de esos paraguas dorados, la luz del flash es azul luz día y el cielo fantasía naranja. Un discreto golpe de luz puede ser suficiente pero si nos pasamos va a cantar el flash (ver foto 7).

Que para reflejar el sol en una superficie esta ha de ser blanca es de cajón. Sin embargo no todos los blancos sirven. A menudo las superficies blancas están pintadas con materiales parcialmente fluorescentes. Las telas se lavan con detergentes blanco azulados para ocultar los últimos vestigios de amarillo de las manchas sumando los colores. Todos estos materiales acaban reflejando una gran cantidad de ultravioletas, lo que hace que la luz procedente de ellos tenga una dominante azulada. Materiales como el poliestireno blanco que se usa tanto en construcción y en envoltorios y las telas especialmente hechas para usos fotográficos (esticos) tienen la cualidad de reflejar blanco de verdad, sin ultravioletas. Las planchas de poliestireno son muy baratas y más manejables que los espejos de cuerpo entero.

Capítulo 19

EQUIPOS DE ILUMINACIÓN

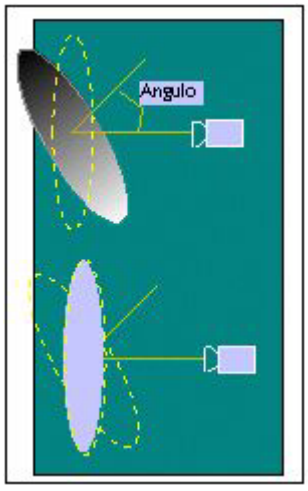
Por lo general una luz se compone de un generador, una fuente luminosa y un sistema óptico que dirige la luz.

El generador suele ser la red eléctrica o baterías. De las fuentes ya hemos hablado, ahora solo queda de o los dispositivos ópticos y otros accesorios.

Los sistemas ópticos se emplean para dirigir la luz emitida por la lámpara. Podemos clasificarlos a grandes rasgos en dos partes: los difusores y los reflectores.

Se llama luminaria al aparato donde se coloca la lámpara. En cine normalmente se habla de focos aun cuando debemos tener en cuenta que un foco, propiamente dicho, es una luminaria que concentra la luz. No obstante, puesto que hablamos de fotografía vamos a llamar foco a cualquier aparato donde podamos poner una lámpara, osea, como en el cine.

Los reflectores son accesorios que se colocan detrás de las lámparas con objeto de que la luz que se emite hacia atrás de la lámpara llegue a la escena. Los difusores se colocan delante de las lámparas y sirven para cambiar las propiedades de emisión de la lámpara, ya sea recortando la luz para que no llegue a algún lugar (negros) o cambiando la forma de emisión para evitar la sombras (difusores propiamente dichos). Otros aparatos que se pueden colocar son lentes, filtros, y una variedad de accesorios que vamos a incluir dentro de los difusores por colocarse delante de la lámpara.



Cuando una luz cae sobre una escena, la iluminación depende de la distancia de esta al foco (ley de inversa de los cuadrados, temas tratados en técnicas de distancia), del ángulo que forma el foco con el motivo iluminado (la mal llamada ley de Lambert o del coseno) y de la distribución de la luz, que depende tanto de bombilla como del reflector que se ponga a esta. De forma general la luz, al caer sobre la escena lo hace formando un cono cuyo vértice se encuentra en el foco y cuya base está en la escena. Esta superficie normalmente es circular está mas iluminada en el centro que en los bordes. Para simplificar las cosas dividimos el foco en dos partes: aquella en que la luz es mas de la mitad de la máxima y el resto. Obtenemos así dos conos, uno central que llamamos cono principal y cuya base es una mancha de luz de forma que la circunferencia que la limita tiene la mitad de luz que el centro y por otra parte el cono exterior, donde la luz es menos de la mitad que en el centro que llamamos área o cono de penumbra. En iluminación general, no en fotográfica el área de penumbra se puede tomar más externa pero lo habitual en fotografía y cinematografía es considerar la penumbra a partir de la mitad de la iluminación del centro. Para crear una luz general se colocan los focos de manera que las bases de los conos principales sean tangentes. De manera que al superponerse mitad y mitad restauramos el valor de iluminación del centro, con lo que conseguimos una iluminación uniforme.

Realmente la luz tiene algún altibajo, ya que en el centro del cono principal caerán la luz del foco mas algo de luz del foco adyacente, pero esta suma es pequeña y por lo general queda dentro de los márgenes habituales.

Los reflectores

Si colocamos una superficie detrás de una lámpara, la luz que se emite hacia atrás se refleja en estos y se devuelve hacia adelante. Normalmente los reflectores van a tener forma de plato con objeto de recoger, no solo la luz que va hacia atrás, sino también la que se emite hacia los lados.

Los reflectores se clasifican según su ángulo de emisión en angulares y concentradores, cuanto mas amplio sea el reflector y menos profundo mayor será el ángulo de emisión, cuanto mas pequeño o mas profundos menor será el ángulo de emisión. Su empleo está determinado por la superficie de la escena a cubrir. En cine se suele determinar el ángulo de cobertura por los puntos en los que la luz cae 1 paso del valor del centro.

A menudo el reflector lo conforma la misma luminaria. El mismo soporte de la lámpara incluye el reflector.

Sobre la geometría de los reflectores debemos recordar que los parabólicos tienden a emitir un cañón de luz con poco ángulo debido a una propiedad de las superficies parabólicas (los rayos emitidos desde el foco de la parábola salen paralelos) por lo que son empleados cuando se quiere iluminar una pequeña superficie desde lejos (proyectores). Los reflectores elípticos tienen la particularidad de que si disponemos la lámpara en uno de los dos focos de la elipse la luz que se emite se refleja sobre el otro foco. Esto se emplea cuando se quiere una iluminación fuerte en un punto. Además tiene la particularidad de que objetos colocados delante del reflector entre los focos no proyectan sombras por lo que son empleados como luces en quirófanos donde es importante trabajar cerca y sin sombras. También podemos usarlos en macro fotografía sin que el fotógrafo proyecte su sombra sobre el espécimen.

Uno de los reflectores más populares son los paraguas. Son paraguas de material reflectante que emiten una luz difusa que proyecta pocas sombras. Son ligeros y al ser plegables son fácilmente transportables.

Con los reflectores hay que tener muy en cuenta que al tratarse de dispositivos que reflejan la luz añaden su propio color a esta. A menudo, cuando se pinta una superficie de blanco para reflejar la luz, se emplea una pintura que, si bien es de apariencia blanca, refleja mucho ultravioleta, que el ojo no ve pero si la película, obteniéndose una dominante azulada. Para evitar esto se suele emplear poliestireno, esos corchos blancos tan habituales en la construcción que no reflejan ultravioleta.

Hay paraguas dorados que dan apariencia cálido y que se hacen para fotografiar en los atardeceres, rellenando con luz anaranjada de forma que no se note mucho que hay un flash de por medio.

La curva fotométrica

La distribución de la luz que produce un reflector se indica en la curva fotométrica. Esta curva es una gráfica con una serie de rectas que parten de un punto central y una serie de arcos concéntricos que cortan a estos radios y una curva que representa la cantidad de luz emitida.

Las rectas indican los ángulos de emisión. Por lo que normalmente se dan dos gráficas, una para cada plano de emisión.

Los arcos concéntricos indican niveles de emisión. Y la curva representa una cantidad fija de luz.

Normalmente la curva represente la emisión de 1000 lúmenes. Como la cantidad de luz emitida realmente depende de la bombilla la curva representa, en su corte con los arcos, la intensidad luminosa (las candelas) por cada 1000 lúmenes emitidos. Aunque hay que verificar que la curva sea de 1000lm, si no lo es se indicará siempre cual es el nivel base.

Por ejemplo si la curva de 1000 lm corta al arco de 50 candelas significa que cada 1000 lm emiten, en esa dirección en particular, 50cd.

A partir de las candelas podemos determinar los lux y de estos y la sensibilidad el diafragma a ajustar.

Recordemos que para obtener los lux tenemos que dividir las candelas entre la distancia al cuadrado del foco a la escena. Si llamamos d a la distancia foco-escena y cd es el número de candelas obtenido de la

gráfica los lux serán en nuestra calculadora: cd/d/d

Si en el ejemplo anterior tenemos una luz de 10.000 lúmenes como por cada 1000lm son 50cd tendremos 10000x50=500.000cd. Si colocamos el foco a 2 metros tendremos: 500000/2/2= 125.000lx.

Los lúmenes, como recordaremos podemos leerlos en las características de la bombilla, que a veces se obtiene del fabricante o, en el caso muy habitual de que el fabricante no informe sobre el flujo emitido por la bombilla, podemos estimarlo a partir del rendimiento del tipo de lámpara (aquello de que un HMI da 80 lúmenes por vatio y una fluorescente 35).

Difusores

Como ya queda dicho vamos a hablar de difusores en término amplio. No solo vamos a mencionar la superficies planas que difuminan la luz. De la que por cierto se trata con mas profundidad en el tema sobre técnicas de distancia. Sino que también vamos a tratar de los tipos de focos que podemos encontrar.

Negros

Ya se han mencionado los negros. Son superficies negras que se ponen delante de las luces para evitar que la luz caiga sobre zonas que no queremos. (Recortan la luz, que se dice). También se pueden emplear, aunque de una forma menos versátil, hojas que tapan el foco, algunas de las cuales vienen incorporadas en las mismas luminarias.

Fresnel

Los modelos de luminarias (focos) más versátiles son los Fresnel. Fresnel es en realidad un tipo de lente que está construida con una superficie anillada. Dependiendo de la distancia de la lámpara a la lente se puede conseguir una luz más concentrada o más difusa. Por extensión se denomina Fresnel a los focos donde se alojan estas lentes. Son modelos caros y que normalmente, en flashes, solo es encuentran en la gama mas alta de fabricación (en potencia y en precios), tanto que normalmente el resto de los accesorios (excepto los muy especializados) son soluciones baratas para prestaciones similares a las de los Fresnel.

El fresnel permite concentrar la luz en la escena obteniéndose con un solo aparato la posibilidad de crear una luz dura, de sombras marcadas (al estar la luz muy cerca de la lente) o una luz suave. Además podemos controlar el ángulo de emisión de la luz.

Esta versatilidad hace que sea difícil calcular una iluminación con este tipo de focos ya que nunca tendremos datos concretos de la intensidad luminosa en todas las posiciones. Sin embargo con saber la máxima y la mínima podemos determinar cualquier otra intermedia por inspección con el fotómetro.

Nidos de abeja

Casi todo lo que se puede hacer se consigue con: negros, fresnel y difusores planos, sin embargo a veces, dado los precios de los fresnel se emplean artilugios varios que los sustituyen en tareas concretas.

El nido de abeja, que es una malla metálica que se coloca delante del foco, sirve para dirigir la luz de forma rectilínea, creando una zona plana pequeña iluminada de forma difusa u otros artilugios como conos o tubos, que se emplean para dirigir la luz y concentrarla en un punto.

Filtros

Los filtros en foco sirven para lo mismo que en cámara. Pueden ser desde simples superficies transparentes de colores (lo que muchos llaman ufánamente iluminación espectacular) para colorear la escena a materiales fabricados específicamente para un cometido óptico como son filtros neutros de transmisión definida, polarizadores...

Sobre los filtro de colores hay que recordar que frenan determinados colores. Estos colores al no poder traspasar el filtro se convierten en calor. Si no permitimos que el foco se refrigere bien podemos desde disminuir la vida del foco por sobrecalentamiento a provocar un incendio. Por ello no deberíamos nunca pegar los filtros al foco y tener mucho cuidado con el material de que están hechos. El papel de celofán puede ser una solución barata pero si lo acercamos demasiado a la lámpara puede ser la mas cara de todas las soluciones. No por que se haya quemado con la lámpara, sino porque al acercarlo demasiado no permitimos al aire que circule y refrigere esta, con lo que la temperatura sube y aunque pensemos que a la distancia que lo hemos puesto el papel no se va a quemar, al aumentar demasiado la temperatura acaba ardiendo.

Existen filtros polarizadores para focos. El empleo es variado, desde intensificar los colores mediante la anulación de reflejos a usos combinados con polarizadores en cámara.

Los filtros de corrección de color se emplean para acercar las características de color del foco a las de la película. Al igual que los filtros colocados en cámara, los filtros azules equilibran la luz artificial anaranjada para su uso con película luz día mientras que los amarillos y naranjas se emplean para igualar la luz día a la película de luz artificial.

Al importante tema de los filtros vamos a dedicar un capítulo propio.

Capítulo 20

FILTROS

Introducción

Un filtro, fotográficamente hablando es cualquier objeto que intercepta la luz procedente de la escena dejándola pasar EQUIPOS DE ILUMINACIÓNsin modificar la longitud focal del objetivo. Esta es una definición práctica aunque aparentemente muy muy poco rigurosa.

Un filtro es, en ingeniería, cualquier dispositivo cuyo comportamiento depende de la frecuencia. La frecuencia es un concepto relacionado con la variación. En fotografía hay que considerar la palabra frecuencia de dos formas. Por un lado la frecuencia de la luz, a la que normalmente nos referimos mediante otro parámetro que es la longitud de onda. Además está la frecuencia espacial que es un concepto menos habitual en el vocabulario del fotógrafo y que está relacionada con la variación del brillo de la imagen.

La frecuencia de la luz la identificamos mediante el color. De esto ya hemos hablado. El otro tipo de frecuencia, la espacial la hemos visto mas de una vez en las curvas de modulación, que realmente son las curvas de respuesta espectral del sistema óptico. Uno de los efectos de la frecuencia espacial son los círculos de Eiry.

Bien de estas dos frecuencias aparecen dos tipos de filtros: aquellos que se aplican a la luz y los que se aplican a la imagen. Es decir, filtros ópticos y filtros de imagen. Como se ha dicho mas arriba en ingeniería se denomina filtro a cualquier dispositivo que muestre un comportamiento dependiente de la frecuencia. En sonido, por ejemplo, los filtros normalmente son los controles de tono que permiten realzar los agudos o los graves. De hecho un amplificador también es un filtro, ya que amplifica de distinta forma cada tono. Pero pocos estaremos habituados, en música, a llamar filtro a un amplificador. De la misma forma cualquier dispositivo que manipule una imagen, si tiene un comportamiento dependiente de la frecuencia, se denomina filtro. Todos los dispositivos digitales de manipulación de imagen dependen de la frecuencia. De forma que todos los dispositivos digitales se llaman filtros.

Aunque su tarea principal no sea, de hecho, lo que entendemos comúnmente por filtrar.

No son estos los filtros que nos interesan.

Nosotros estamos mas interesados en los filtros de luz, los ópticos, que trabajan con el rayo de luz que impresiona el sensor, no con los brillos ya recogidos (filtros de imagen).

Un objetivo es un filtro ya que su comportamiento depende de la frecuencia. Recordemos por ejemplo que cada color queda enfocado a una distancia distinta. Pero aunque técnicamente un objetivo, como todo medio transmisor sea un filtro en la práctica fotográfica no metemos las lentes dentro de la categoría del filtro.

A estas alturas empezaremos a comprender que la definición dada al principio sobre lo que es un filtro fotográfico no es tan banal ni inexacta, sino bastante práctica. Hemos dicho que un filtro fotográfico es un objeto que intercepta la luz dejándola pasar. Luego hemos dejado fuera los filtros de imagen y estamos hablando de filtros ópticos esto es, de transmisión de luz. También se ha dicho mas arriba que el filtro no debe modificar la longitud focal del objetivo. Esta condición la explicitamos para dejar fuera los objetivos. Para que esta condición se cumpla es suficiente (no se si también necesario y tampoco me

importa por el momento) que la superficie del filtro sea plana. Con ello se evita la concentración de rayos.

Como funciona un filtro

Un filtro es un dispositivo que permite a la luz pasar por él. Esto significa que transmite la luz, aunque no toda. Un filtro supone un objeto en medio del camino, luego un cambio en la transmisión de la luz. Todo cambio en un medio de transmisión va acompañado de una reflexión. Es decir, parte de la luz que llega se refleja en el filtro y vuelve "hacia atrás". Esto es una realidad matemática que tiene que ver con la velocidad a la que la luz se mueve en distintos medios. Es decir que ni siquiera teóricamente existen filtros ideales capaces de transmitir la luz por completo. Esta luz reflejada hacia la escena se traduce en una pérdida de luz. Por otra parte la luz se puede desviar de su trayectoria dentro del filtro. E incluso se llega a perder por diversas causas.

En definitiva: la luz que entra por un filtro no tiene por que ser la misma que sale por el otro lado. La que sale es siempre menor que la que entra. Esto es lo que justifica el principio de conservación de la energía (y no al contrario como a veces se dice, que la luz que sale es menor debido al principio de conservación). Para hablar de la luz que se pierde se han buscado distintos indicadores. Los más importantes son la transmisión (luz que sale dividido entre la que entra), la opacidad (luz que entra dividida entre la que sale) y la densidad (logaritmo de la opacidad). No vamos a insistir en estos ya que buena cuenta dimos de ellos en el capítulo correspondiente a la película.

Otro indicador de la transmisión, aunque de su cualidad mas que de su cantidad, es el color del filtro. El contenido espectral de la luz que sale no tiene por que ser igual que la que entra. Por lo que la luz que sale puede adquirir distinto color.

Por ejemplo, las hojas de los árboles, para realizar la fotosíntesis emplean luz de color rojo y azul. La reacción se sirve de la energía aportada por la luz en esas longitudes de ondas. De forma que la luz reflejada por la hoja no contiene ni rojo ni azul, ya que las ha empleado como fuente de energía para la reacción química. La luz que devuelve es la que no ha usado: verde.

Estos son los dos aspectos básicos de un filtro: de una lado su pérdida de luz y de otro su capacidad para modificar el color de la luz.

Los filtros ópticos son medios pasivos. Pueden retirar luz pero no añadir. Un punto a tener en cuenta es que no se genera nada en un filtro. De forma que si una determinada frecuencia (longitud de onda) no está en la luz que entra, tampoco va a estar en la luz que sale. Por ejemplo: las lámparas fluorescentes emiten muy poco color rojo. Si ponemos un filtro no vamos a conseguir el color que no tenemos desde un principio. Lo único que vamos a conseguir es que la luz que salga del filtro sea más oscura, ya que el filtro rojo presenta mayor resistencia al paso de las luces verdes y azules.

Un ejemplo son las bombillas coloreadas para decoración. Cojamos cuatro bombillas incandescentes de 60w. Una roja, amarilla, verde y azul. La luz incandescente es rica en luz amarilla y roja. De manera que estas bombillas lucirán brillantemente. Pero la lámpara verde estará muy apagada al igual que la azul. Si acercamos la mano veremos que estas dos lámparas están muy calientes. Sucede que al poner un filtro verde a la bombilla la luz emitida de este color sale pero se impide el paso a los fotones de color rojo y amarillo. Esta luz que no puede salir acaba convirtiéndose en calor. Este calor reduce de gran manera la vida de la luz. Por ello hemos de tener la precaución de no colocar los filtros de lámparas pegadas a ellas sino algo alejados, para permitir el paso del aire entre la bombilla y el filtro se refrigere en alguna medida.

El poder difusor

El poder difusor es la relación existente entre el valor medio de la luz transmitida a 20º y 70º con el de 0º medido siempre sobre la perpendicular al filtro. Cuando el material es muy regular se emplea el

brillo a 5º en lugar del de 0º.

$$\sigma = \frac{B_{70} - B_{20}}{2 \cdot B_0}$$

$$\varphi_o = \varphi_i \cdot e^{-\alpha_1 \cdot d}$$

$$\varphi_o = \varphi_i \cdot \tau^d$$

Flujo saliente de un difusor. En el primer caso solo estamos considerando el flujo que llega a la superficie de salida después de haber descontado el reflejado a la entrada, es decir solo es el flujo absorbido..

La segunda ecuación es el flujo transmitido. Ya tiene en cuenta la pérdida de luz debido a la reflexión inicial y final.

alfa es el coeficiente de absorción. d el grueso del difusor, tau el coeficiente de transmisión.

Densidad de un filtro

La densidad de un filtro, como hemos visto antes, es el logaritmo de la opacidad. La opacidad se obtiene midiendo la iluminación en la cara entrante del filtro y dividiéndola entre la de la saliente. Medimos los lux.

La luz que entra es siempre mayor que la que sale, de forma que la opacidad será siempre mayor que 1. Los valores que puede adoptar son grandes y no es una magnitud muy lineal. Por ejemplo, supongamos un cristal perfecto de tranmisión 100%. La luz que medimos a la salida es igual que a la entrada, luego la opacidad será 1. Si la luz que sale fuera la mitad la opacidad sería 2. Esto es un paso. Si la luz que sale fuera la cuarta parte, osea dos pasos, la opacidad sería 4. Como vemos el primer paso es produce una subida de 2 unidades mientras que el segundo paso produce 4. Un paso mas sería subir la opacidad a 8. Las opacidades acaban dando valores que van de 1 a 1000 e incluso a 10.000. Por ello se emplea el logaritmo de la opacidad. El logaritmo, aunque ampliamente usado en este texto y que debería estar de mas decirlo, es una herramienta matemática que, entre otras cosas, permite comprimir números. El logaritmo de 1 es 0. El de 10.000 es 4. De manera que podemos ajustar todos esos valores de opacidad en solo 4 unidades. Al logaritmo de la opacidad se le llama densidad y su principal razón de existencia es esta capacidad para comprimir los números, permitiéndonos dibujar las curvas de transmisión de forma más fácil.

Bien, un paso es una relación de luces 2:1. Osea una opacidad de 2. El logaritmo de 2 es 0’301. Normalmente nos quedamos solo con el 0’3. Luego 0’3 unidades de densidad son un paso. Por tanto 0’1 es un tercio de paso.

La densidad es un valor que a menudo forma parte del nombre del filtro. Ya veremos algunos ejemplos mas adelante.

Como podemos ver para calcular la pérdida en pasos que produce un filtro podemos dividir el valor de la densidad entre 0’3. Así un filtro de densidad 1 provoca una pérdida de exposición de 1/0’3=3’33, es decir, 3 pasos y un tercio.

Factor de filtro

El factor de filtro es un número que sirve para indicar lo mismo que la densidad del filtro: Cuanta luz deja pasar, cuan oscuro es el filtro y cuanto hay que modificar la exposición.

En este caso el número indica la relación de luces entre ambas caras del filtro. Osea la opacidad del filtro. La densidad es, por tanto el logaritmo del factor de filtro.

Factor del filtro	Incremento de exposición	Factor del filtro	Incremento de exposición	Factor del filtro	Incremento de exposición
1.25	1/2	4	2	12	3+2/3
1.5	2/3	5	2+1/3	40	5+1/3
2	1	6	2+2/3	100	6+2/3
2.5	1+1/2	8	3	1000	10
3	1+2/3	10	3+1/3	-	-

Mired

El mired está relacionado con el color del filtro. Mired significa “grado microrecíproco” y solo puede ser empleado en filtros cuyo color se corresponda con el de una fuente de luz incandescente. Esto es así debido a que el mired sale de la temperatura de color de la luz correspondiente. Mired es 1.000.000 dividido entre la temperatura de color. Su función es la de facilitar los cálculos de filtros para corregir luces.

Los mired proporcionan una escala mas reducida de números que la temperatura de color además de una mejor correspondencia entre los valores de color, o al menos eso se pretende. Veamos esto: Tenemos una luz de 2800 kelvin (anaranjada) podemos equilibrarla con un filtro azul. Ahora bien ¿cuánto azul?. Supongamos que un cierto filtro hace que la luz de 2800 pase a 2900 kelvin, osea, aumenta la temperatura de color en 100 k. Sin embargo su el mismo filtro se pone con una luz de 3200k la luz se transforma en 3330k. Sube 130 kelvins en vez de los 100 del caso anterior. Sería bonito tener un valor que simplemente sumado o restado a la temperatura de color de la lámpara nos diera la de la luz corregida. En cierto modo esto es lo que se intenta con los mired.

El uso que se hace de los filtros en estos casos de corregir luces tiene dos direcciones: convertir luces azules en rojas (luz día con película de luz artificial) o rojas en azules (luz artificial utilizada con película luz día). En el primer caso hay que bajar la temperatura de color, en el segundo subirla. Mas adelante listamos las variaciones de mired que podemos obtener según el filtro.

Si conocemos el cambio de color que se produce para una temperatura dada, este cambio será el mismo para otras temperaturas, siempre que estas se expresen en mireds.

$$C = \frac{1.000.000 \cdot (T_0 - T_1)}{T_0 \cdot T_1}$$

Donde T0 es la temperatura de la luz expresada en kelvins, T1 la temperatura de la luz transmitida por el filtro, C el poder de conversión.

Supongamos un filtro que convierte de 12360 K a 4400K el poder de conversión sería:

$$C = \frac{1.000.000 \cdot (2360 - 4400)}{2360 \cdot 4400} = 196'5$$

Es decir –196’5 mireds.

Tipos de filtros

Los filtros ópticos podemos dividirlos según su uso. Los distintos usos son:

1. *Corrección de luces.*
2. *De densidad.*
3. *De contraste (para blanco y negro).*
4. *De bloqueo.*

5. *Polarizadores.*
6. *Aditivos de copiado.*
7. *Efectos especiales.*

Corrección de luces

Son filtros de colores. Se emplean para modificar el espectro de la luz. La regla general es emplear filtros del color complementario del que queremos obtener. Así una luz de tungsteno presenta un exceso de rojos. El complementario del rojo es el azul, mas bien el azul verdoso o cián, así que para compensar una luz incandescente se emplean filtros azules. Hay película creada ex profeso para la luz artificial. Esta película tiene un exceso de azul, si se emplea con luz día la foto sale demasiado azulada. Para compensar hemos de reducir el azul de la luz. Para ello ponemos un filtro amarillo. Si una luz fluorescente nos da una foto verdosa tendremos que compensar con un filtro del complementario del verde, esto es, un púrpura o, como dicen en los países de habla inglesa y en los que no recuerdan su propio idioma, magenta.

Tenemos que tener en cuenta que el filtro resta color, no añade. Ponemos y un filtro azul no para añadir luz azul sino para dejar pasar el azul que ya hay. Lo que se hace en realidad es restar amarillo y rojo. Esto significa que no se puede crear un color que no fue emitido por la bombilla. Por ejemplo con las luces fluorescentes que dan poco rojo y, en algunos modelos, ninguno. Poner un filtro rojo en estas condiciones no va a crear luz roja, simplemente va a restar verde. La luz roja que pase será la que ya había en la lámpara y nunca algo más.

Mas abajo hablamos de los distintos tipos de filtros que podemos encontrar en el mercado para esta función.

De densidad

Un filtro de densidad es un filtro sin color, osea un filtro neutro, pero algo oscuro. Se emplean para reducir la cantidad de luz que llega a la película. Según sea más oscuro quita más luz. Su uso está indicado en aquellos casos en los que debemos mantener unos ciertos valores de diafragma y obturación y debemos reducir la cantidad de luz existente. Por ejemplo para fotografiar con mucha luz y película muy sensible. Estos filtros se suelen nombrar con las siglas ND y un número que indica el número de pasos que reducen la exposición. Así un ND1 significa que la exposición debe ser un paso mas abierta. Es decir, si hemos determinado que debemos dar f:5’6 a t:1/60 al poner el filtro debemos abrir un paso. Por ejemplo poniendo f:4 a t:1/60.

Un caso particular de estos filtros son los de densidad neutra degradados. En este caso el filtro no es uniforme y es más oscuro por un lado que por otro presentando un degradado. Sirven para compensar el contraste en paisajes oscureciendo el cielo.

Kodak tiene una serie de filtros denominados genéricamente con el número 96. Mas abajo, en la sección dedicada a este fabricante se listan las características de esta serie.

De contraste (para blanco y negro)

En el párrafo anterior hemos visto un caso, el del filtro neutro degradado. Su uso está relacionado con la respuesta de la película a los colores. Recordemos que una película blanco y negro pancromática tiene mayor sensibilidad al azul que al resto de los colores. Después el verde y por último el rojo (al revés que las personas que somos más sensibles al verde, después al rojo y por último al azul).

Al colocar un filtro de color se trastocan los tonos de la escena. Por ejemplo, el blanco y negro ve el celeste como blanco. En una foto sin filtro el cielo se confunde con las nubes en una masa de tono blanco. El rojo es complementario del celeste. Así que al colocar un filtro rojo intenso el cielo se hace

oscuro ya que no deja pasar el celeste. Sin embargo el blanco de las nubes si que pasa. En la foto el cielo es casi negro, o al menos muy oscuro, destacándose las nubes.

La idea es que un filtro de color aclara las cosas del mismo color y oscurece las del complementario.

Al final del capítulo se listan los filtros y sus usos en blanco y negro. En todos los libros de fotografía siempre se ha insistido en llevar un filtro amarillo para paisajes ya que oscurecen el cielo, aunque no de forma tan drástica como los filtros rojos.

De bloqueo

Su misión es bloquear unas determinadas radiaciones. Realmente es la función de los filtros coloreados pero en este caso estamos mas interesados en las luces no visibles. Osea las ultravioleta e infrarroja.

La luz ultravioleta es responsable de la falta de definición de los objetos distantes. Un filtro ultravioleta aclara la bruma de los paisajes (en cierta medida, no hace milagros) y protege la película de estas radiaciones. Aunque los objetivos de hoy día llevan un tratamiento antiultravioleta estos filtros son muy empleados ya que suponen una mayor protección mecánica para el objetivo, siempre es mejor que se raye un filtro de dos mil pesetas que un objetivo de ochenta mil.

Otro filtro de prestaciones similares son los llamados skyligth.

Polarizadores

La polarización es una característica de la luz que está relacionada con la “dirección” en que vibra la onda. Vamos a hacer una aproximación pero desde el punto de vista corpuscular. Como sabemos el elemento de luz es una partícula subatómica denominada fotón. Un fotón tiene una característica que se llama frecuencia. Toda radiación electromagnética se mueve en una dirección y manifiesta dos efectos, electricidad y magnetismo, de forma perpendicular. Si el fotón se mueva de izquierda a derecha la electricidad se manifiesta hacia arriba y el magnetismo hacia nosotros. Pero el fotón puede estar girado. Osea, yendo de derecha a izquierda tambien puede suceder que la electricidad apunte hacia abajo y entonces el magnetismo lo hace hacia dentro. Es decir, que el par de vectores electricidad-magnetismo pueden estar girados sobre la dirección de la velocidad. A esto es a lo que se llama polarización. Algunos materiales dejan pasar la luz que esta polarizada en una dirección y no en otra. Por ejemplo, pueden pasar los fotones cuya electricidad apunte para arriba pero no los que apunten hacia abajo. Una fuente de luz emite fotones con todos los giros posibles. Por ejemplo el laser es un haz de luz en la que todos los fotones apuntan en la misma dirección, de ahí su energía. Aproximadamente la mitad de los fotones tienden a un lado y la otra mitad al otro, de forma que la luz que sale del polarizador viene a ser aproximadamente la mitad de la que entró.

A utilidad de los polarizadores aparece al tener en cuenta que los reflejos están muy polarizados. De manera que podemos eliminarlos casi por completo. También esta muy polarizada la luz del sol que viene de nuestro costado si lo miramos de frente. Al emplear un filtro polarizador podemos oscurecer el cielo. Otro uso es el de avivar los colores al eliminar luz parásita, con lo que se gana en saturación.

Un filtro polarizador es un círculo de material polarizador montado sobre un anillo, de forma que girando el filtro conseguimos mayor o menor grado de polarización.

Hay un tipo de polarización un tanto especial que consiste en que el fotón no tiene una dirección fija de polarización, sino que mueve sus vectores conforme se desplaza. Esto se denomina polarización elíptica y es típica de los reflejos metálicos. Es decir, el fotón que da sobre el coche sale como dando vueltas. Este tipo de polarización no se puede aprovechar con filtros polarizadores normales y requieren unos especiales denominados polarizadores circulares. De forma que los reflejos metálicos no se pueden corregir con polarizadores, al menos de los normales o lineales.

Algunos prismas ópticos tienen un efecto de polarización elíptica. Esto supone un problema de fabricación ya que estos prismas normalmente se emplean para cortar un haz de luz y su uso es frecuente en

sensores de enfoque y en fotómetros de cámara. Por ello si disponemos de una cámara con un sistema de enfoque o de medición de luz con estas características podemos tener problemas con los filtros polarizadores lineales. El problema consiste en que al colocar el filtro la cámara tiene dificultades para enfocar o para medir, según sea el dispositivo donde tengamos el prisma. En el caso del fotómetro podemos obtener fotos bien expuestas (con las consabidas dudas) sin emplear polarizadores pero fotos mal expuestas al usarlos. Si esto sucede deberíamos cambiar nuestro polarizador lineal por uno elíptico (tambien llamado circular).

Externamente no hay nada que nos indique si un filtro polarizador es lineal o circular.

Un filtro polarizador elimina casi la mitad de la luz que le llega, de forma que hay que abrir de dos a tres pasos el diafragma para compensar la pérdida.

Al colocar dos filtros polarizadores podemos convertir un día en noche. De hecho es una de las formas de realizar una noche americana. Es decir, filmar una escena simulando que es de noche pero durante el día.

Un uso de los polarizadores es emplear dos filtros: uno en la fuente de luz y otro en cámara. De esa manera podemos atenuar un cierto foco simplemente girando el filtro que tiene colocado. Esta forma de trabajar sin embargo nos quita hasta cuatro pasos de sensibilidad, dos en el objetivo y dos en el foco. Al girar el filtro del foco podemos atenuar la luz del orden de nueve o diez pasos.

Se puede emplear una lámina flexible polarizadora circular para eliminar reflejos en las pantallas de televisión y monitores. La luz de la pantalla sale directamente a través del filtro pero la de la habitación entra en la pantalla, se polariza y al reflejarse el filtro ya no la deja pasar hacia fuera porque tiene dirección contraria a la que entró. Estos filtros se colocan directamente sobre la pantalla del monitor, no en la cámara.

Aditivos de copiado

Estrictamente hablando no son ningún tipo filtro especial, sino un uno de color que se emplea para realizar copias en papel.

Estos filtros se colocan en la ampliadora y su función es dosificar la cantidad de luz de un cierto color con a que se va a imprimir la foto. Tanto como el como en sí mismo es indispensable conocer la densidad del filtro ya que con estos valores, junto con el diafragma, son con los que calculamos la exposición a dar al papel.

Efectos especiales.

Hay muchos tipos mas de filtros que tienen como función alterar la imagen a fotografiar. Se llaman filtros creativos o de efectos, aunque hay muy poco de creativo en emplear una misma técnica reiteradamente, sobre todo cuando se estandariza el resultado mediante un dispositivo simple. Son los filtros de estrellitas, de rayitos, de reflejitos, suavizadores, de imágenes múltiples y demás que al no tener ninguna función técnica concreta vamos a dejar de lado.

De esta categoría solo merece la pena comentar los filtros difusores, que se emplean para reducir la nitidez del objetivo y que tienen, amén de una función «creativa» y estilística, un uso correctivo en el retrato. Son ampliamente usados para disimular las imperfecciones de la piel y conseguir un efecto de *sfumato*. Existen varios grados de difusión, aunque no hay ningún estándar industrial que poder seguir. De cualquier manera el efecto depende en gran manera de la distancia focal del objetivo empleado y de la abertura de diafragma, siendo así que a mas longitud de objetivo mas difusión y a mayor abertura (menor f) también mayor difusión. Este efecto se suele conocer por su nombre francés *flou* y se puede obtener de otras muchas maneras además de mediante filtros.

La gama de filtros de Kodak

En lo que a fabricación se refiere hay tres materiales principales para la confección de los filtros: el cristal, las gelatinas y los acetatos. Nótese que se habla de materiales de forma muy general. Los filtros de cristal son caros, pesados y frágiles. Los de gelatina mantienen un buen nivel óptico por lo que son indicados para ser colocados sobre los objetivos mientras que los filtros de acetato se emplean mas en tareas de copiado ya que su mediocre calidad acaba afectando al objetivo- Kodak ofrece 2 series de filtros de color. Aquellos que se denominan mediante las letras CC y los que emplean un número. Estas dos gamas de filtros se dividen en varios usos.

Filtros tricolores

Son juegos de 3 filtros diseñados para realizar separaciones de color. Esto es: dividir la luz en tres colores básicos. Hay cuatro series tricolor, dos se emplean para trabajar separaciones por suma de color y otros dos por resta de color. Hay dos juegos ya que uno sirve para trabajar con luces de tipo día (sol, cielo, lámparas de halogenuros metálicos, flashes) y otro para luces incandescentes.

Los cuatro juegos de color son:

Sustractivos, luz día:

12 (Amarillo oscuro, menos azul).

32 (Magenta, menos verde).

44A (Cian, menos rojo).

Aditivos, luz día:

25 (Rojo).

48 (Verde).

47b (Azul).

Aditivos, luz artificial:

29 (Rojo).

61 (Verde).

47 (Azul).

Filtros compensadores de color

Se fabrican en gelatina. Son filtros que trabajan atenuando principalmente las componentes principales de color; por lo que se presentan en los colores: cian, magenta, amarillo, rojo, verde y azul. A los tres primeros filtros se les llama filtros sustractivos y a los tres últimos filtros aditivos. Se denominan con las letras CC, un número que indica la absorción (multiplicada por 100) y una letra que es el color.

Por ejemplo un CC20M es un filtro compensador de color, de tono magenta y una absorción de 0’2.

Recordemos que una densidad de 0’1 es un paso y que la escala es lineal. Así el filtro anterior al tener una absorción 0’2 significa que oscurece 2/3 de paso los colores magenta.

Los filtros se pueden sumar, aunque siempre es preferible emplear el equivalente. Por ejemplo si tenemos dos filtros CC20M y CC20Y, es decir, magenta y amarillo de densidad 0’2 es lo mismo que tener un filtro CC20R. Por lo que es preferible montar directamente el rojo que los otros dos.

Como ya sabemos la suma de colores se hace obteniendo siempre el complementario del que falta. En

el ejemplo hemos sumado magenta y amarillo, luego tenemos una falta de cian. Como el rojo y el cian son complementarios la falta de este significa la presencia de aquel.

Filtros de conversión de color

Son filtros que se emplean para producir cambios drásticos en las cualidades de la luz. Principalmente se emplean para adaptar las emulsiones luz-día a las iluminaciónes artificiales y viceversa, las emulsiones luz-artificial a la luz día. Presentan dos grupos bien determinados: los filtros cálidos (anaranjados) y los fríos (azulados).

Filtros de conversión cálidos

Son filtros anaranjados, amarillos y rojos. Se emplean para colorear la luz azul del día y poder emplear material sensible para luz artificial.

Son los filtros de la serie 85.

Filtros de conversión fríos

Se trata de filtros azules. Su uso es emplear material sensible del tipo luz día con iluminación artificial de tungsteno, que como sabemos tienen una mayor cantidad de colores rojizos. Los azules del filtro reducen en parte el exceso de naranja del foco y equilibran el tono de la luz.

Son los filtros de la serie 80.

Podemos resumir las conversiones de color en la siguiente tabla:

Color del filtro	Número	Incremento de exposición	Conversión en Kelvins
AZUL	80 A	2	3200 a 5500
	80 B	1+2/3	3400 a 5500
	80 C	1	3800 a 5500
	80 D	1/3	4200 a 5500
AMBAR	85 C	1/3	5500 a 3800
	85	2/3	5500 a 3400
	85 N3	1+2/3	5500 a 3400
	85 N6	2+2/3	5500 a 3400
	85 N9	3+2/3	5500 a 3400
	85 B	2/3	5500 a 3200
	85 BN3	1+2/3	5500 a 3200
	85 BN6	2+2/3	5500 a 3200

Fuente Guía de campo del director de fotografía. Kodak

Filtros de balance de luces

Permiten realizar ajustes de color en las luces en menor grado que los realizados con los filtros de conversión. Por lo que se pueden emplear los dos tipos conjuntamente, mientras los filtros de conversión realizan el ajuste basto los de balance realizan el fino.

Su uso está indicado en las numerosas ocasiones en que las luces tienen temperaturas de color distintas de las que están previstas para los distintos materiales sensibles.

El ajuste real habría que hacerlo con un termocolorímetro tricolor y en las condiciones de trabajo. No obstante podemos dar una guía en la siguiente tabla:

Color	Número	Incremento de exposición en pasos	Para obtener 3200K a partir de:	Para obtener 3400K a partir de:
AZULADO	82C+82C	1+2/3	2490	2610
	82C+82B	1+1/3	2570	2700
	82C+82 A	1	2650	2780
	82C+82	1	2720	2870
	82C	2/3	2800	2950

	82B	2/3	2900	3060	
	82A	1/3	3000	3180	
	82	1/3	3100	3290	
AMARILLENTO	81	1/3	3300	3510	
	81A	1/3	400	3630	
	81B	1/3	3500	3740	
	81C	1/3	3600	3850	
	81D	2/3	3700	3970	
	81EF	2/3	3850	4140	

Relación entre las dos series de filtros

Las dos tablas siguientes resumen la relación existente entre los filtros de compensación y los de balance.

KODAK WRATTEN. Tonos frios

Filtros de balance de color (Kodak Balancing filters)	Cambio en la exposición (en pasos)	Filtro compensador de color (series CC) equivalentes (aproximadamente)	MIRED (aproximado a +-2 unidades)
82	+1/3	10C + 05M	-10
82A	+1/3	15C + 05M	-21
82B	+2/3	20C + 07M	-32
82C	+2/3	25C + 07M	-45
80D	+2/3	35C + 12M	-56
82A + 82C	+1	40C + 20M	-65
80D + 82	+2/3	40C + 15M	-66
80D + 82A	+2/3	50C + 15M	-77
80C	+1	55C + 17M	-81
82C + 82C	+1 1/3	50C + 14M	-89
80C + 82	+1 1/3	60C + 17M	-91
80C + 82A	+1 1/3	70C +22M	-102
80B	+1 2/3	80C + 25M	-112
80B + 82	+2	85C + 27M	-122
80A	+2	90C + 30M	-131
80A + 82	+2 1/3	100C + 30M	-141
80A + 82A	+2 1/3	110C + 32M	-152
80A + 82B	+2 2/3	115C + 35M	-163
80A + 82C	+2 2/3	125C + 37M	-176
80A + 82D	+2 1/3	130C + 40M	-187
80C + 80B	+2 2/3	135C + 42M	-193
80C + 80B + 82	+3	145C + 45M	-203
80C + 80A	+3	150C + 45M	-212
80C + 80A + 82	+3 1/3	150C + 47M	-222
80C + 80A + 82A	+3 1/3	155C + 47M	-233
80B + 80A	+1 1/3	160C + 50M	-243

KODAK WRATTEN Tonos cálidos

Filtros de balance de color (Kodak Balancing filters)	Cambio en la exposición (en pasos)	Filtro compensador de color (series CC) equivalentes (aproximadamente)	MIRED (aproximado a +-2 unidades)
81	+1/3	05Y	+9
81A	+1/3	07Y	+18
81B	+1/3	10Y + 02M	+27
81C	+1/3	15Y + 05M	+35
81D	+2/3	25Y + 07M	+42
81C + 81	+2/3	20Y + 07M	+44
81EF	+2/3	30Y + 10M	+52
81 + 81EF	+1	32Y + 10M	+61
81ª + 81EF	+1	35Y + 10M	+70
85C	+1/3	35Y + 10M	+81
85C + 81	+2/3	35Y + 12M	+90
85C + 81A	+2/3	40Y +15M	+99
85C + 81B	+2/3	45Y + 15M	+108

85 +2/3 50Y + 17M +112
85 + 81 +1 55Y + 20M +121
85 + 81A +1 60Y + 20M +130
85B +2/3 65Y + 22M +131
85B + 81 +1 70Y + 25M +140
85B + 81A +1 75Y + 27M +149
85B + 81B +1 80Y + 30M +158
85B + 81C +1 85Y + 32M +166
85B + 81D +1 1/3 90Y + 32M +173
85B + 81EF +1 1/3 95Y + 32M +183
85B + 85C +1 95Y + 35M +212
85B + 85C + 81 +1 1/3 100Y + 37M +221
85B + 85C + 81A +1 1/3 105Y + 37M +230
85B + 85 +1 1/3 110Y + 40M +243
85B + 85 + 81 +1 2/3 110Y + 42M +252
85B + 85 + 81A +1 2/3 115Y + 42M +261
85B + 85B +1 1/3 120Y + 45M +262
85B + 85B + 81 +1 2/3 125Y + 47M +271

Guía de uso de los filtros Wratten de Kodak

Identificación del filtro Color Uso
8 Amarillo. Aumenta el contraste entre nubes y cielo en BN.
9 Amarillo oscuro Aumenta el contraste nubes-cielo en mayor grado que el 8.
102 Amarillo verdoso Adapta la característica de algunas fotocélulas a la del ojo.
106 Ambar Adapta la característica de algunas fotocélulas a la del ojo.
11 Amarillo verdoso Adapta la respuesta de las emulsiones pancromáticas a la respuesta del ojo cuando se iluminan con lámparas incandescentes.
12 Amarillo oscuro. Menos azul. (Amarillo básico, amarillo complementario). Bloquea el color azul. Uso en fotografía aerea para penetrar en la bruma. Anula el color azul en fotografía infraroja.
15 Amarillo oscuro. Oscurece el cielo mas que los filtros 8 y 9. Útil para copiar documentos sobre papel amarillento. Presente una atenuación notable de los azules en fotografía infraroja y con luces fluorescentes.
16 Amarillo anaranjado. Oscurece el cielo mas que el 15. Absorbe algo de luz verde.
18A Opaco. Solo deja pasar luz ultravioleta e infraroja siendo totalmente opaco a la luz visible.
21 Naranja. Filtro de contraste, bloquea los azules y azules verdosos.
22 Naranja oscuro. Absorbe más verde que el 21. Se emplea en microfotografía para aumentar el contraste de los preparados azules. Transmite solo la radiación amarilla de las lámparas de vapor de mercurio.
25 Rojo tricolor. Rojo básico. Se emplea en separaciones de color. Cielos muy oscuros. Elimina el color azul en foto grafía infraroja. Gran penetración en la bruma, por lo que se indica su uso para fotografía aerea.
29 Rojo tricolor. Separación de colores con luz de tungsteno.
2A Amarillo pálido. Absorbe la luz ultravioleta por debajo de los 405 nm. Reduce la bruma en BN. Actúa como una barrera de ultravioletas cuando se emplea luz fluorescente.
2B Amarillo pálido. Similar al 2A pero mas efectivo contra las UV. Frecuencia de corte a los 390nm. Se emplea en fotografía fluorescente y para bloquear la radiación UV en las máquinas de copiado en color.
2E Amarillo pálido. Similar al 2B pero más efectivo. Absorbe las ultravioleta por debajo de las 415nm
3 Amarillo claro. Corrección ligera del azul del cielo en fotografía aérea en BN y cinematografía.
32 Púrpura (magenta). Menos verde. Púrpura tricolor. Para separaciones de color.
33 Magenta. Filtro de contraste. Gran absorción del verde. Se emplea en fotomecánica para enmas-carar.
34A Violeta. Se emplea para realizar separaciones de color menos verde y mas azul.
38A Azul. Presenta cierta absorción al verde y a los UV aunque principalmente bloquea el rojo. Se emplea en microfotografía para mejorar el contraste de las preparaciones amarillas y naranjas.
39 Azul. Filtro de contraste de cristal.
44 Celeste verdoso. Filtro menos rojo con una buena absorción de los UV.
44A Celeste verdoso (Cian). Filtro tricolor menos rojo. Para separaciones de color.
47B Azul oscuro. Tricolor. Separaciones de color para impresión.
48 Verde. Triclor. Separaciones de color para impresión. Filtro de contraste en fotografía comercial y microfotografía.
61 Verde oscuro. Tricolor. Separaciones de color para proyecciones de tungsteno.
80 Azul. Filtro de conversión de color para fotografiar con material de tipo luz día en una iluminación de tungsteno.
85 Ambar. Filtro de conversión de color. Adapta la iluminación natural a las emulsiones tipo

artificial.
81 Amarillo. Filtro de balance de color. Para hacer ajustes menores que la del 85 en la temperatura de color cuando se emplea emulsión tipo artificial con luz natural.
82 Azul. Filtro de balance de color. Como el 80 pero para hacer ajustes menores.
89B Opaco. Filtro de paso de infrarojos.
90 Gris ámbar oscuro. Visualmente aproxima los grises que se obtienen en las copias de papel BN por los distintos colores cuando se iluminan con luz natural.
92 Rojo.
96 Grises neutro. Filtros de densidad.
98 Azul. Equivale a la suma de dos filtros 47B y 2B. Se emplea para hacer separaciones de color positivas a partir de negativos fotográficos.
99 Verde. Equivale a la suma de un filtro 61 y un 16. Se emplea junto con el 98 para obtener positivos a partir de negativos.
18A Opaco. Filtro de cristal. Solo transmite infrarojos y ultravioleta.

Serie 96. Filtros de densidad.

Como ya se dijo antes, la serie 96 de filtros Wratten de Kodak está formada por una amplia gama de filtros de densidad neutra. Esto es, son grises y solo afectan a la exposición.

Densidad	Transmisión (%)	Factor de filtro	Incremento de exposición.
0.1	80	1.25	1/3
0.2	63	1.5	2/3
0.3	50	2	1
0.4	40	2.5	1+1/3
0.5	32	3	1+2/3
0.6	25	4	2
0.7	20	5	2+1/3
0.8	16	6	2+2/3
0.9	13	8	3
1	10	10	3+1/3
2	1	100	6+2/3
3	0.1	1000	10
4	0.01	10.000	13+2/3

Capítulo 22

USO EXPRESIVO DE LA LUZ

El empleo de la luz tiene dos funciones diferenciadas: por un lado debe ser el soporte obvio para poder exponer el material sensible y por otro lado supone una forma de expresión. Lo primero corresponde a la física y es el tema central de este libro. La segunda función es la tradicionalmente tratada por la bibliografía dedicada a iluminación fotográfica. Existe un escalonamiento en las funciones: la primera, la que trata de los principios básicos, de la física es indispensable ya que es el soporte, los cimientos del discurso fotográfico.

Sin luz no hay fotografía (habrá quimiografía, grabado u otra cosa a partir de reacciones químicas o cálculos matemáticos, pero no fotografía)[13].

La segunda función es la que realmente dota de sentido a la fotografía como mecanismo de comunicación. Tanto es así que muchos consideran poco menos que una vulgaridad hablar de temas técnicos.

Este sustrato ideológico de base greco-cristiana que sostiene que hay dos facetas, la espiritual y la material, lo cual junto con la idea de que hay que ser sublime en los propios actos y lo sublime está en tender hacia lo espiritual y abandonar lo terrenal[14], hace que temas como los tratados por este libro y en general todos los temas "materiales", técnicas, aparatos, cámaras, películas están mal vistos por los "entendidos". No hay mas que recordar que a menudo se diferencian las revistas de fotografía entre revistas "de cámaras" y de fotografía. Siendo las primeras las que tratan sobre equipos y las segundas las que prefieren tomar el discurso del arte fotográfico. A menudo ejemplificando el que haya revistas de pinturas y no de pinceles. Desde luego estos son los extremos, por muy espiritual que sea el autor no hay que dejarse llevar y recordar a aquel fotógrafo de ficción inventado por Polifemo que le pesaba el tener que usar la cámara, apéndice material que lo ligaba a la carne y no dejaba a su espíritu creador alcanzar las metas de sus sueños.

En definitiva, si el tema de este libro es los mas bajo en técnica que se puede estar: los principios físicos y su aprovechamiento. El tema más habitual de los libros de fotografía cuando tocan la iluminación es limitarse a unos pocos conceptos demasiado básicos y sin desarrollar de física y entrar en la expresividad de la iluminación fotográfica. Estando éste pues a medio camino entre la perversidad material de la manipulación manual y la gloria creadora del intelecto humano. Allá cada cual con sus locuras. En este capítulo vamos a tratar la expresividad ya que estaría el presente incompleto si no dedicáramos una líneas a un tema que, en el fondo, es la herramienta realmente efectiva de nuestro discurso.

La expresividad es un componente que tiene mucho de cultural y por tanto su eficacia dependerá tanto de nuestra realización como de la mirada del espectador. Existen unos principios básicos que debemos conocer, a partir de estos lo demás corresponde a nuestro juicio, nuestra cultura y nuestra voluntad. Por ejemplo, el significado que se quiere dar a los colores es un hecho puramente cultural, esto es, de acuerdo interior entre los miembros de una sociedad. Decir que el azul es un color frío es una mentira objetiva, una mentira física, pero ya que en nuestro mundo particular nos han enseñado que esto es así hemos acabado por creérnoslo y representamos el frío por los colores cercanos al azul. Como esta hay miles de verdades, que no por depender de la sociedad que las genera son menos verdades. Cuando pongamos el ejemplo de como se ilumina un zapato diremos que intentamos resaltar su textura. Realmente no hay por que iluminar así, pero esta forma de hacerlo proporciona lo que el espectador espera ver. Si fotografiamos para una catálogo o para una publicidad debemos tener esto en cuenta. Si fotografiamos para una exposición podemos hacer lo que nos venga en gana ya que somos nosotros los que hablamos.

Casi todo lo que podamos decir mediante el empleo de la luz descansará en la dirección de esta. A menudo gran parte del mensaje no está realmente en la realización de la fotografía sino en lo que se muestra. Debemos recapacitar sobre el tema de la autoridad compartida: si queremos decir algo mediante el uso de colores, probablemente los colores los obtengamos, no iluminando los objetos sino seleccionando estos. Dice Néstor Almendros que él es (era) un fotógrafo de retratos, aunque su fama se la dieron los paisajes y afirmaba que los paisajes no tenían ninguna historia, están ahí y solo hay que acercarse a ellos, no hay manipulación posible en su fotografía.

Vamos a hablar, para empezar, de la dirección de la luz y de su disposición.

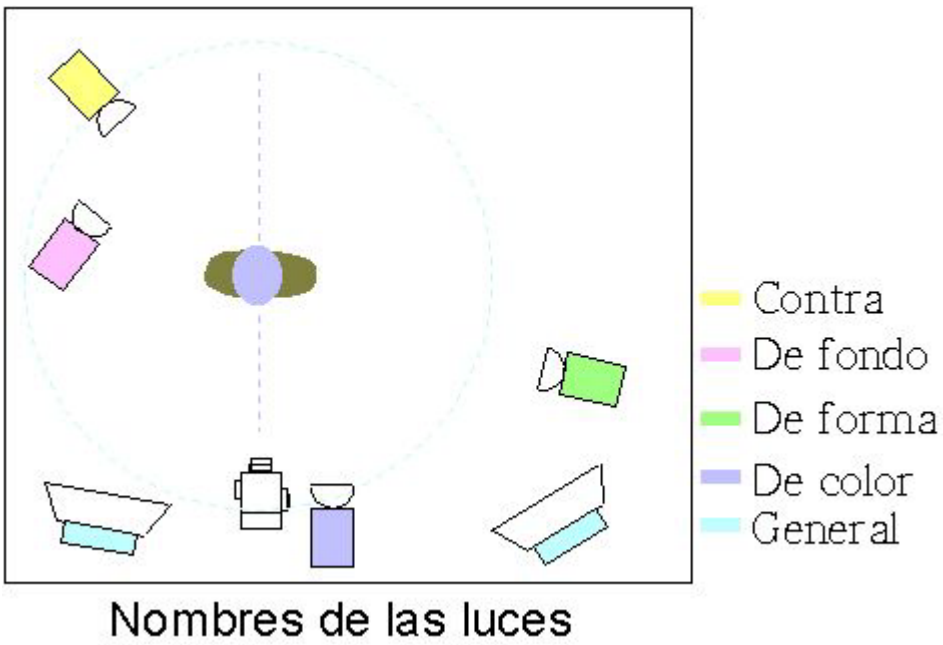
El objeto

Visualmente un objeto tiene una serie de características: el bulto, el color y la textura.

El bulto va a ser el tamaño y sus proporciones. Fotográficamente se va a tratar mediante la elección del punto de vista y de la óptica (distancia del objeto a la cámara, distancia focal, ángulo etc...) por lo que en esta serie de artículos no nos interesa. En lo que respecta a nuestro tema, la iluminación, hay técnicas específicas que permiten resaltar algunas características (la iluminación ancha y estrecha) de la que hablaremos a la hora de tocar la disposición de las luces ya que, si bien podríamos hacerlo ahora, prefiero posponerlo para cuando hayamos tocado la forma básica de colocar las luces.

Tan importante es el uso de la luz como el de la sombra. La sombra, como gradación de la luz es la que crea la modulación. La sensación de forma. Hay dos tipos de sombra: la arrojada y la propia. La sombra arrojada es la que produce un objeto al interponerse en el paso de la luz y queda marcada en los objetos que haya detrás suya (detrás en el sentido de la luz). La sombra propia es la que se forma en el objeto mismo al caer sobre él la luz.

El color y la textura van a requerir tratamientos opuestos, resaltar el color va en detrimento de la reproducción de la textura y viceversa. El color gana en brillo y en saturación cuando se ilumina de frente, con la luz lo mas cerca posible del objetivo. La textura, por contra, se resalta cuando la luz pasa rozando la superficie, en el gráfico se pueden ver los distintos tipos en que diferenciamos la luz según sea su dirección. Un ejemplo lo tenemos en el mar (o en un lago). Al mirarlo con el sol detrás nuestra vemos el fuerte color que nos trae el agua, azul, verde, según donde estemos. Si lo miramos con el sol delante nuestra veremos una infinidad de pequeñas olas, la textura de la superficie, y el agua dará un color casi por entero gris.



Nombres de las luces

La luz a la que estamos acostumbrados, con la que nos hemos criado es la luz del sol. Luz alta que arroja sombras sobre el suelo. Tanto es así que normalmente se considera poco correcto que se vean las sombras en escena si no están en el suelo. Tomemos nota a la hora de hacer retratos en interior o de filmar locutores sentados con paredes cerca. En el caso de una filmación o grabación para televisión se debe poner especial cuidado en que las luces arrojen las sombras de los locutores sobre el suelo y fuera de cámara. Las televisiones locales con sus presentadores y su corro de sombras guardaespaldas son, en el mejor de los casos, risibles; En el peor ridículos.

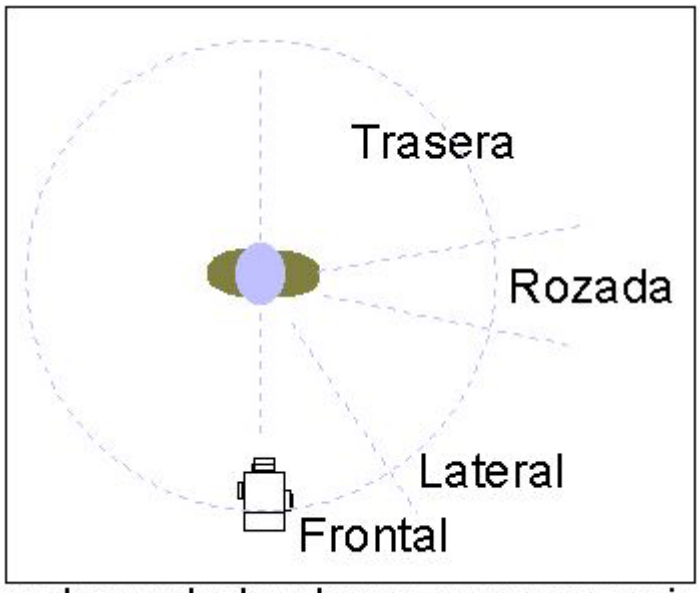
La dirección de la luz es un valor cultural aceptado. Por ejemplo, en arquitectura los dibujos se hacen con las sombras entrando por la izquierda y arriba. Tanto es así que la visión plana de un efecto de bajorrelieve o sobrerrelieve no depende de como sea el original, sino de la dirección de las sombras.

Los nombres de las luces

Según sea su direcciónSegún sea su dirección, las luces reciben los siguientes nombres:

Frontal:

La luz proviene de la dirección de la cámara, podemos tener un ángulo en torno a los 30º de separación de la cámara. Produce una perfecta reproducción de los colores. Mucho brillo y saturación. Al no marcar sombras no produce ninguna modulación ni destaca la textura de la superficie. Se dice que aplana las formas.



Nombres de las luces por su posición

Lateral:

La luz está mas lejos de 30º de la cámara pero no llega a iluminar un solo lado del motivo. Esta luz modela las formas al crear sombras propias y produce una reproducción correcta de los colores, las texturas no son muy visibles y se tiene cierto sentido de profundidad. Es la luz más habitual para producir imágenes normales. Al alejar la luz mas de 37,5º de la cámara se sufre la disminución efectiva de la exposición, por lo que hay que compensar abriendo 1/3 el diafragma (Ver técnicas de distancia).

Rozada:

Se ilumina el motivo desde su lado. Las fuentes están a unos 90º de la cámara. Solo se ilumina un lado del motivo, se crea un contraste violento. La textura queda muy destacada.

Contra:

Contraluz, contra. La luz está detrás del motivo. Mientras este queda en sombras sus bordes quedan muy resaltados. En las superficies no perpendiculares a la visual (el suelo, el techo, las paredes, excepto la del fondo, y sus paralelos) queda muy manifiesta la textura de las mismas mientras que su color es casi inexistente.

Según el ánguloSegún el ángulo que formen con la vertical podemos dividir la luz en:

Baja:

La luz viene del suelo. Es la luz de las candilejas teatrales, de la vela del que anda en la oscuridad. En el retrato la sombra de la nariz va hacia arriba, se iluminan los ojos. Tratada con cuidado y ocultándola entre otras luces da una gran vida al retrato. Si nos pasamos debemos recordar que es una luz ampliamente usada para expresar tensión y misterio. Todos vamos a tener en la mente al ver esta iluminación cientos de planos de películas de terror en la que se ha empleado. Es una luz que al ser muy lateral a la superficie puede expresar bastante bien la textura de la misma.

Frontal:

Es la ya explicada en el punto sobre la dirección lateral. Viene a ser una luz algo extraña ya que rara vez vemos un objeto iluminado así, a no ser en los amaneceres y atardeceres. En un retrato da bastante vida a la mirada ya que entra directa en los ojos.

Alta:

La luz normal por antonomasia. Es la luz de las lámparas de los edificios, la luz del sol. Si es demasiado alta , en el retrato puede envejecer a la persona al ensombrecerse ligeramente las ojeras y marcarse algo mas las arrugas.

Cenital:

Exactamente desde encima de la escena. Si es una luz extensa de pequeño tamaño ensombrece los rasgos envejeciéndolos. Si es una luz extensa de gran tamaño es el resultado es una iluminación muy natural semejante a la de un día encapotado. Es la disposición más natural para una luz general.

Trasera:

Otra vez la contra, se emplea a menudo para separar el motivo del fondo. Su uso proviene de los primeros años del cine en los que se corría fácilmente el riesgo de empotrar visualmente al actor en el fondo. Tiene un gran predicamento como luz para resaltar transparencias. El cristal, las flores, la porcelana ganan bastante vida con este tipo de luz. Marca los contornos, lo que puede ser interesante o llevarnos a un desastre: para fotografiar un pelo moreno en una sesión de peluquería es obligado, mientras que para retratar a una persona debemos cuidar mucho el peinado para que no se nos disparen mechones que den un aspecto ridículo al retratado.

Capítulo 23

Disposición de las luces

El triángulo básico

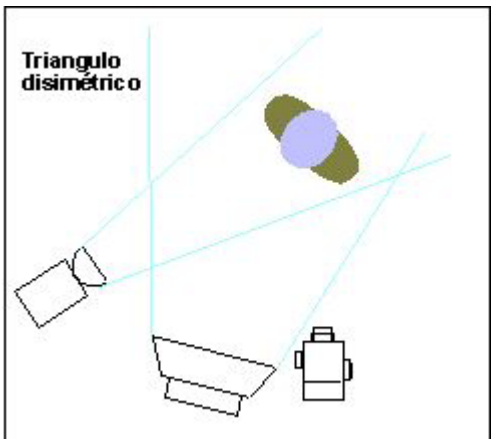
La forma clásica de trabajar es disponer el llamado triángulo básico. Una luz a la derecha de la cámara y otra a la izquierda algo alejadas angularmente. Cuanto alejadas es algo que depende de nuestro gusto. Hay quien dice que una debería estar sobre unos 15º de la cámara mientras que la otra a unos 30 o 45º. También la altura es polémica: algunos defienden la misma altura para las dos luces y otros estiman que es mejor una alta y otra algo mas baja para que se tapen mutuamente las sombras. En lo que casi todo el mundo está de acuerdo es en que ambas luces no deben iluminar por igual. Una, la luz principal, debe dar mas iluminación que la otra, la luz secundaria, de sombras o de relleno. La idea de operar así es conseguir una gradación de las tonalidades en el motivo. Si solo dispusiéramos de una fuente a un lado, el otro quedaría demasiado oscuro y el contraste de la imagen se supone sería inaceptable (inaceptable para el gusto supuestamente establecido, aunque no sabemos establecido donde). De esta manera se crea un juego de luces con la luz principal iluminando solo una parte del motivo mientras que la luz secundaria ilumina por completo la escena y puede eliminar las sombras arrojadas de la primera añadiendo algo a la zona más oscura.

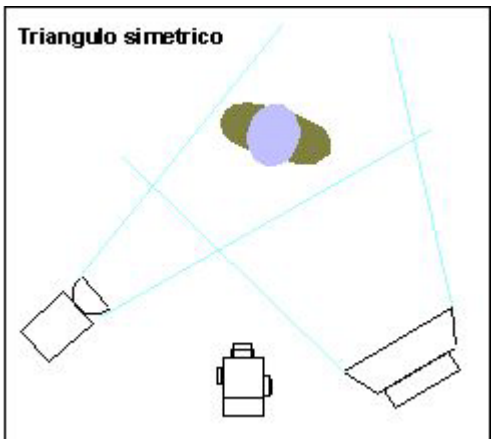
Calibrar cuanta luz debe ser necesaria para rellenar este lado es, como ya se ha dicho, tema de otro apartado. Habitualmente, y seguimos hablando de una iluminación clásica, la relación de brillos (¡nunca de luces!) que esperamos en la escena es de 1:3, es decir, que la parte mas iluminada reciba tres veces más luz que la más oscura. Esto supone un contraste de paso y medio (realmente 1’585 pasos que está a medio camino entre el paso y medio y el paso y dos tercios, como ya he mencionado varias veces). Este contraste es bajo para cualquier medio de reproducción. Y aunque la tradición mande no hay ningún motivo para obrar así. Sinceramente pienso que se escoge este contraste por lo fácil que es conseguirlo mas que por alguna ventaja de la reproducción. Para obtener esta relación de brillos solo hay que poner la luz principal a doble potencia que la secundaria. Al caer la principal sobre un lado este quedará iluminado con una cierta cantidad de luz. Al añadir la secundaria, que es mitad tendremos dos partes iluminadas: una con luz principal más secundaria y otra solo con secundaria, como la luz principal es el doble que la secundaria resulta que la parte mas iluminada se lleva 3 veces más luz que la parte que solo ilumina la secundaria.

~~Gráfica de triángulo básico~~

Triángulo lateral o desequilibrado

Una iluminación, acaso más interesante es la que sitúa los dos focos al mismo lado de la cámara pero angulando de distinta manera al motivo. No es un triángulo básico aunque si que es una iluminación triangular.





Completando la iluminación básica

El triángulo básico puede considerarse la forma más básica de iluminar (académicamente) y a partir de la cual se pueden generar otras sin fin. Es la estructura básica. Sobre las variaciones que podemos obtener a partir de esta podemos decir:

Luz de contra:

Como ya hemos dicho añadiendo una luz a contra, preferiblemente alta y directa, podemos marcar el peinado en un retrato y crear un alinea luminosa en el borde del motivo que ayuda a delimitarlo y a separarlo del fondo.

Luz de fondo:

Es una luz que se añade para iluminar el fondo. Debemos recordar que está muy mal visto marcar la sombra del motivo en la pared de detrás. Además de esto mas de una vez debemos hacer notar que es lo que hay detrás del motivo principal. La gran ventaja de trabajar así es que podemos hacer pasar más inadvertida la iluminación de la figura.

Luz de textura:

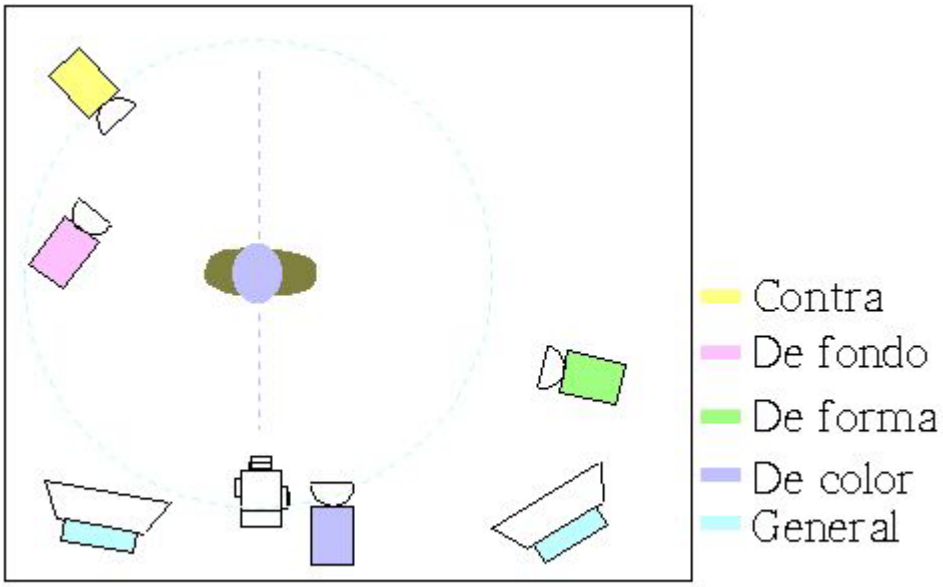
Es una luz alta y lateral que se coloca para resaltar la textura del motivo. Viene a ser indispensable en muchas tomas de moda en estudio donde queramos que se vea la caída de las prendas y el material.

Luz de color:

Obviamente una luz de frente para resaltar los colores en caso que nos interese.

Luz base:

Normalmente nos conviene dar una luz de pequeño valor para comenzar a trabajar y no partir de oscuridad total. Esto lo podemos hacer mediante una luz suave, sin sombras, como la de un exterior o la de una batería de luces con difusores.



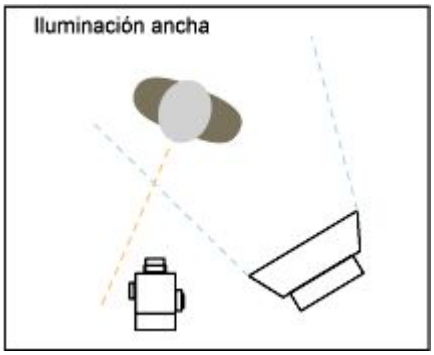
~~*Gráfica de disposición de luces*~~

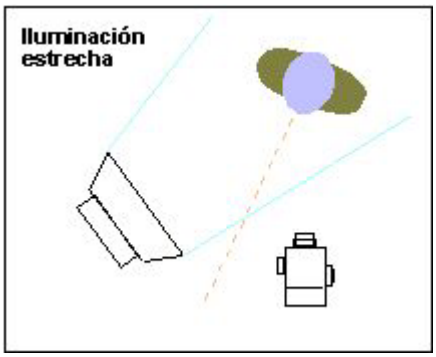
Efectos de la luz sobre la forma: Luz ancha, luz estrechaEfectos de la luz sobre la forma Luz ancha, luz estrecha

Para representar el bulto del objeto debemos tener en cuenta que la dirección de la luz principal (partiendo de un triángulo básico o cualquier disposición relacionada, incluso la de una sola luz) marca mas la forma. Engorda por decirlo de alguna manera lo que ilumina. Esto da pie a dos tipos de iluminación: la iluminación ancha y la estrecha. Para comprenderla mejor vamos a pensar en un retrato. El retratado se va a colocar frente a nosotros algo de lado. De tres cuartos que se dice. La luz principal puede disponer de forma que ilumine su mejilla de este lado o la de aquel otro.

La iluminación es ancha cuando ilumina este lado, la mejilla que más se presenta a la vista. La iluminación es estrecha si lo que deja ver es la del otro lado, la que está mas oculta.

El uso inteligente de estas dos opciones nos conducen a un mejor tratamiento del motivo. Como queda dicho antes, la iluminación resalta (engorda) el lado en el que cae. Si una persona de formas anchas es iluminada de forma ancha la estaremos engordando visualmente. Depende de nuestra mala leche hacer una cosa u otra a no ser que queramos dedicarnos a la caricatura fotográfica. La iluminación estrecha,





por contra hace más delgadas las facciones. Si cogemos a una persona de cara mas bien larga y le hacemos una iluminación estrecha estaremos inspirándonos en el Greco. Si a una persona de facciones normales le ponemos una iluminación ancha la haremos engordar, si estrecha la haremos adelgazar. Lo propio pienso que sería no pensar que podemos mejorar nada, sino tratar de no empeorar exageradamente.

Por supuesto lo anterior, aunque queda dicho para retrato puede leerse para cualquier tema, naturalezas muertas, macro...

Los reflejos

La luz, cuando llega a un objeto es rebotada y absorbida. La parte de la luz que se rebota es la que nos llega y permite ver el objeto. La luz tiene unos ciertos colores, el objeto absorbe distintos colores de distinta manera de forma que lo que vemos es el color resultante de los que rebota. Queda claro que el color debe estar previamente en la luz, si no, no puede ser rebotado ya que los objetos, normalmente, no emiten luz.

Hay una ley física de reflexión que dice que el ángulo con el que la luz llega a una superficie es igual al ángulo con que la abandona. Cuando se trata de objetos reales suele suceder que su superficie sea bastante irregular. Esto es, llena de asperezas que de hecho son distintas superficies microscópicas, por lo que la luz se refleja, no según un ángulo fijo, sino en una dirección preferente. Para tratar este hecho, normalmente se habla de dos tipos de reflejo: el especular y el difuso. El reflejo especular es el que produciría el objeto si estuviera perfectamente pulido. Es propio de los espejos, de donde recibe su nombre. El reflejo difuso proviene de las irregularidades de la superficie y puede tener una dirección preferente que, mas o menos, coincide con la del reflejo especular. De forma que el reflejo en un objeto se suele decir que está formado por distintas proporciones de reflexión difusa y especular. Pocos objetos tienen una reflexión puramente difusa o puramente especular. Una característica de los reflejos es que suelen estar fuertemente polarizados. Es decir, sus fotones apuntan sus características (sus vectores) en la misma dirección. Sin embargo los metales tienen una reflexión propia: la reflexión metálica que se caracteriza por que los fotones reflejados tienen una polarización elíptica, los vectores de los fotones apuntan en distintas direcciones pero no se están quietos, sino que van girando. Esto es de especial importancia ya que los reflejos normales se pueden mitigar polarizando en cámara sin embargo los reflejos metálicos escapan a los polarizadores lineales.

Capítulo 23

Temas

Vamos a dedicar unas líneas a aspectos específicos de ciertos casos de iluminación. Un tratamiento más extenso de estos debería buscarse en libros especializados en cada tema. Este solo pretende ser una introducción básica a la iluminación), todo lo que vamos a hacer aquí es dar una indicaciones muy simples de particularidades a tener en cuenta. Las bases para conseguir esto, el uso de la luz, las tácticas concretas a aplicar en cada caso y la estrategia de la luz está suficientemente expuesta en el resto de la obra. Solo queda acudir a los manuales al uso que muestren de una forma más minuciosa cuales son los convencionalismos a aplicar en cada caso y que la experiencia nos guíe para resolver cada tema

Las técnicas a emplear según sea el material objeto de nuestra foto depende en gran manera del destino de la misma. Como se apuntó antes la fotografía publicitaria descriptiva, la que muestra objetivamente el artículo sin alharacas expresivas, como puede ser la de catálogos, rige que se muestren con la mayor fidelidad las texturas y colores. Ciertamente esto es antagónico, pero es lo que el espectador espera ver. Según sea la preparación del posible lector habrá que ser más concienzudo o menos. Si tenemos mayor margen expresivo seguramente podremos saltarnos lo que se espera de la foto de un zapato. En ocasiones será exactamente esto lo que se nos pida. No hay mas que ver la diferencia entre las fotografías hechas por un fotógrafo para un catálogo de modas y las hechas por el mismo fotógrafo, con las mismas prendas para una revista de moda. Como dice Xavier Miserachs no es la misma fotografía la que se hace para una página de Vogue que para una de Playboy, aun cuando fotógrafo y modelo sean los mismos. Describir exactamente todas las convenciones existentes es imposible. Habría que ser especialista en todas las facetas de la fotografía y estas son demasiadas para abarcarlas en una sola vida[15]. Aun así si nos hiciéramos expertos en ellas seguramente habría pasado tanto tiempo que la mitad de estos convencionalismos habrían cambiado. Hay toda una serie de usos y técnicas que dependen del motivo a fotografiar y del público destinado a ver las fotos (a leerlas). Estas dependencias vienen de lo que el espectador al que va destinada la imagen espera ver, y esto que espera ver depende en gran manera del grupo cultural al que pertenece y en el momento en que lo ve. Por ello vamos a hablar de convencionalismos muy generales de algunos materiales.

Piel

En los productos de piel (bolsos, zapatos...) se espera poder contemplar e identificar el material de que están hechos, por lo que se impone el uso de una luz rasante que resalte la textura de la piel marcando las sombras.

Cristal

Los cristales suelen tener dos formas de trabajarse, por sombras y por luces.

Por sombras

Consiste en iluminar el cristal como si de cualquier objeto opaco se tratara y sobre un fondo claro. Así las formas quedan representadas mediante líneas oscuras.

Por luces

Al iluminar por luces estas se ponen detrás del cristal de forma que la luz nos llega a través de ellos. Se gana muchísimo colorido. Esta técnica se emplea también con flores y con porcelana. El mayor cuidado debemos tenerlo con la medición, ya que la luz es directa al fotómetro. Deberíamos abrir siempre algo para que se vean los brillos y la luminosidad del material y empezar, mas que nunca, por hacer pruebas previas a la exposición final.

Objetos brillantes

Los objetos brillantes, maderas barnizadas, plásticos, metales, deben mostrar los brillos pero sin exageración ya que podrían formar reflejos internos o confundir al exposímetro. Normalmente los reflejos cromados solemos colocarlos en la zona IX del sistema de previsualización de zonas. Para evitar los reflejos podemos dividir dos casos: cuando el objeto es metálico y cuando no lo es.

Cuando un objeto no es metálico pueden eliminarse los reflejos mediante polarización de la cámara. Para los objetos metálicos hay que hacer una doble polarización en foco y cámara o emplear un polarizador circular en cámara (que no es un polarizador de forma circular, sino uno que polariza de forma o lineal).

Para matar reflejos a veces se recomienda el uso de lacas mates. Debemos cerciorarnos de que no manchan y de que podemos quitarlas después de su uso.

Para la fotografía de objetos en los que se pueden reflejar las luces podemos recortar cartones blancos que simulen ventanas o disponer estas de forma que aparenten una disposición natural.

De hecho hay dos maneras de iluminar un objeto brillante: por campo brillante y por campo oscuro.

Iluminación de campo brillante

La luz cae perpendicular a la imagen y es rebotada hacia la cámara. Esto hace que la superficie pulida del metal brille mientras que las partes menos pulidas aparecen más oscuras. Para conseguirlo la luz debe entrar y salir perpendicularmente al objeto y además la cámara debe ponerse todo lo vertical sobre el mismo que se pueda. Como si la luz saliera de la misma cámara. Esto podemos conseguirlo con una luz de cámara, que es un foco montado sobre el objetivo, con un flash anular, con u foco situado tras la cámara con un reflector elíptico o empleando un espejo semitransparente y colocando la luz y la cámara de forma perpendicular entre sí.

Iluminación de campo oscuro

La luz, colocada en un ángulo rasante al plano del objeto de metal garantiza que el rayo reflejado no se va a dirigir contra el objetivo. Este ángulo debe ser simplemente menor de 45 grados. De esta manera las superficies pulidas del objeto se aparecen oscuras ya que mandan la luz fuera de la cámara mientras que las menos pulidas, los defectos y grabados difuminan la luz en todas direcciones.

Las maderasLas maderas

Tienen una textura que depende de su origen y de su procesado, si se ha hecho. No siempre nos va a interesar ver la textura. Recordemos que la madera (y los metales) se pulen para que no tengan textura, por lo que no a menudo puede ser indicado que se camufle esta. Para ello simplemente debemos recordar que la luz Frontal aplana y la lateral realza.

Las telas

Son un tema siempre problemático. Deben tener color y textura. Si destacamos la textura (luces laterales) rebajamos la saturación. Si destacamos la saturación, escondemos la textura. Hay telas que se

distinguen precisamente por su apariencia. Lo mas indicado parece ser que es poner una luz para resaltar el aspecto de la tela y otra para los colores. Además de esto, cuando no mostramos piezas sino prendas ya terminadas debe destacarse la caída de la misma. Es decir los pliegues que forma el tejido al caer. Para ello es recomendable una luz lateral algo difusa ya que modula las formas sin crear grandes contrastes.

El retrato

La piel a menudo tiene defectos y asperezas. Si ponemos una luz lateral (muy lateral) se destaca hasta el vello más incipiente (cosa que nos puede costar un cliente menos o la bronca de una amistad). Si por el contrario ponemos luces frontales destacamos los colores y esto a veces no es lo más recomendable. Recordar todo lo dicho sobre el uso de la iluminación estrecha y ancha.

De todas maneras siempre se ha dicho que para fotografía en blanco y negro se debe modular el objeto con la luz (luces laterales) mientras que con el color se debe iluminar de forma plana. Es una regla que no todo el mundo respeta ni se cree y que parece estar relacionada con los primeros tiempos de la fotografía en color cuando no tenían un gran potencial de reproducción de contraste por lo que al mínimo degradado se empastaban las sombras.

La corrección de la fisonomía es un tema demasiado amplio para tratarlo con profundidad en esta obra. Aquí intentaremos dar unas ideas generales y en el apéndice se pueden encontrar algunas ideas mas concretas para corregir el aspecto de un rostro mediante el empleo de la iluminación.

Como ya se ha dicho la iluminación ancha y estrecha van a determinar la apariencia de la figura, luz ancha agranda, engorda, luz estrecha alarga, adelgaza. No vamos a insistir en este punto.

Ojos

Los ojos deben ser tratados con suma precaución. Una iluminación alta, aunque sea difusa puede hacerlos mortecinos al bajar sobre ellos las sombras de las cejas. No se trata ya de que una profunda sombra pueda dibujar un antifaz sino que a menudo una luz alta difusa (por ejemplo un flash rebotado al techo pero muy cercano al motivo) hace que los ojos se ensombrezcan algo.

Una luz que entra en las cuencas de los ojos los ilumina y les da una especial vida pero si bajamos demasiado esta luz o la hacemos muy directa podemos trazar una sombra de la nariz hacia arriba. Cosa que no nos interesa ya que delata la luz empleada.

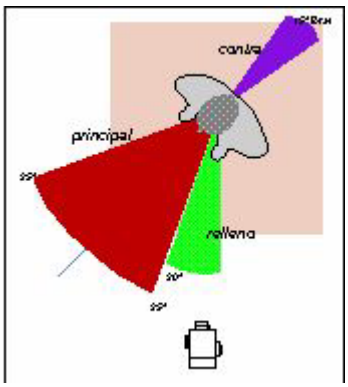
El efecto de ojos rojos se produce al entrar luz directamente en estos y rebotar hacia fuera. La única solución es que la luz que sale reflejada del interior del ojo no alcance la cámara. Situamos esta fuera de la mirada directa (nos siempre posible ni deseable) o mejor aún evitamos las luces muy directas a los ojos, cercanas, bajas, etc...

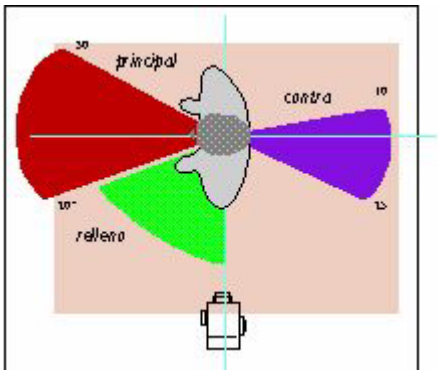
Nariz

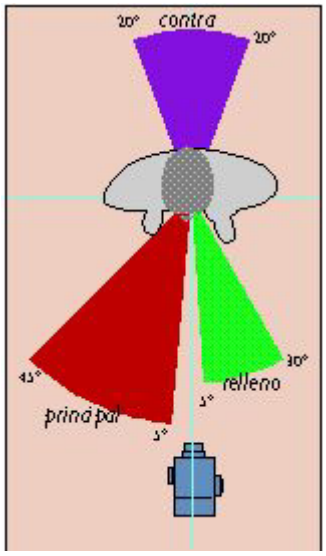
La nariz se hace visible debido a tres factores: La sombra arrojada sobre el rostro por el puente. La sombra arrojada sobre los labios por la punta y la sombra propia de la punta de la nariz. Cualquier corrección a hacer va a consistir en arrojar las sombras adecuadas en dirección contraria hacia la que predomine la nariz.

Pelo

El pelo constituye por si solo una especialidad fotográfica: la de peluquería. Lo habitual en esta es sobre iluminar y para aclararlo y ver detalle. El pelo suele estar localizado entre las zonas II y IV. Incluso un pelo rubio suele ser bastante oscuro, fotográficamente hablando, a no ser que sea un albino. En una revista de moda se va a dejar el rostro descaradamente sobreexpuesto para que el pelo alcance una gama tonal que permita ver el tinte y el detalle de la forma del peinado.







Fuera de esta especialidad el pelo, por lo general va a salir opaco, por lo que para realzarlo, sin hacerlo protagonista, se puede colocar una luz dedicada. Hay que tener en cuenta que un pelo húmedo o ligeramente grasiento puede dar brillos.

Debido a lo oscuro del cabello hay que cuidar el fondo, ya que puede confundirse con este. Si se trata de un retrato puede no tener importancia, en un trabajo de peluquería sería un desastre. En este caso se justifica el empleo de una luz de contra o de fondo que delimite claramente figura y fondo.

Caso de emplear una contra hay que tener mucho cuidado con los mechones rebeldes ya que los destaca pudiendo hacer ridículo el retrato.

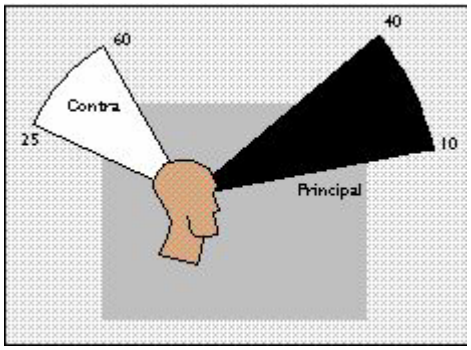
Desnudo y piel

Nadie tiene la piel perfecta. Para una fotografía en la que aparezcan extensiones grandes de piel, como el desnudo o la fotografía de lencería hay que vigilar la coloración de esta. Por ello lo lógico sería no emplear luces directas en color ya que, como hemos apuntado, estas delatan los colores y los refuerzan. La luz directa lateral va a marcar cualquier defecto de textura por lo que, a fuer de ser académicos, diremos que este tipo de tomas deben hacerse con luz lateral difusa. Aunque no olvidemos que soy totalmente contrario a cualquier tipo de regla fija.

Sin embargo la luz poco puede hacer sino esconder y no iluminar cubriendo en sombras. La opción más destacable a tener en cuenta para evitar las manchas moradas y rojeces propias de la piel no es cuidar la iluminación, sino el maquillaje. Un maquillaje de cuerpo entero, realizado por un profesional es la mejor opción para este tipo de fotografía.

Frescor

La idea de frescor (comidas, flores) se relaciona con el brillo del agua, para ello lo mejor es partir de un objeto apropiado y esparcir algo de agua con un vaporizador. Para destacarla, puesto que lo que se pretende es marcar los reflejos, lo apropiado es emplear una luz lateral difusa. De esta forma se marcan los reflejos y no las sombras.



Reproducciones

El tema de las reproducciones planas da para un libro por sí sola. La superficie a reproducir se debe iluminar de forma uniforme. La forma de trabajar en cerrado es colocar dos luces a 45º y a ambos lados del cuadro. Para comprobar estas luces podemos recorrer la superficie con el fotómetro midiendo por incidencia. Si colocamos un lápiz en el centro podemos ver, en las sombras que proyecta este, si alguna luz manda. De todas maneras puede haber caídas de luz dentro de la imagen. Para este punto véase el tratamiento en el

apéndice.

Las acuarelas.

Estas se iluminan mejor con luz Frontal muy difusa. Recordemos que la acuarela se ve por transparencia. La luz llega al cuadro y entra en él ya que la pincelada es transparente. La luz atraviesa la pintura, choca con el fondo y es reflejada por este. Por ello es un error poner un cristal a una acuarela: mata la mitad de los brillos propios. Por lo mismo no podemos emplear luces fuertes ya que se reflejarían fuertemente.

Oleos y similares.

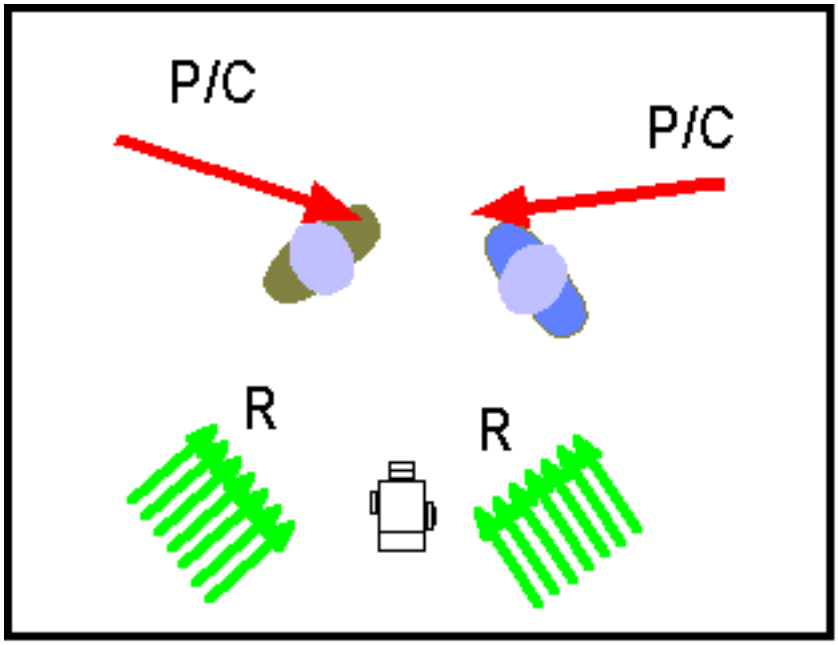
Para las pinturas con textura como los óleos lo que se espera ver es algo de esta textura. Para ello es buena idea complementar la iluminación básica de dos luces a 45º con una luz extra (de textura) con un ángulo de unos 10º sobre la superficie (no sobre su perpendicular).

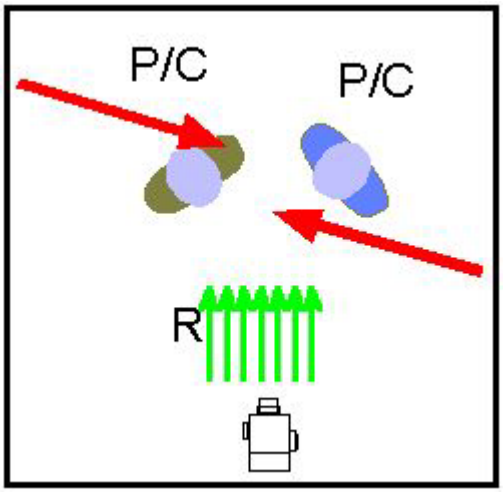
Grupos de dialogo

La iluminación de un grupo sobre una mesa que habla al espectador, como es la de un grupo de locutores de televisión, tiene, como ya se ha comentado, una serie de particularidades: Por ejemplo no deberíamos tolerar diferencias de exposición superior a un paso verticalmente y, se aconseja, que de dos pasos horizontalmente (Relación de luces de uno a cuatro medidas como se mide en arquitectura: con el fotómetro en incidente y apuntando hacia el techo) La sombras arrojadas no deben entrar en plano y lo mejor es dejarlas en el suelo. La toma de un grupo de locutores debe planificarse en términos de cuantas personas va a haber en escena y realizar una iluminación en dos fases: una primera de exposición general que se complementa con una local para cada modelo. Como decimos hay que cuidar que entre iluminación personal e iluminación personal no queden huecos de luz que estén por debajo de 1 paso de la iluminación para los locutores.

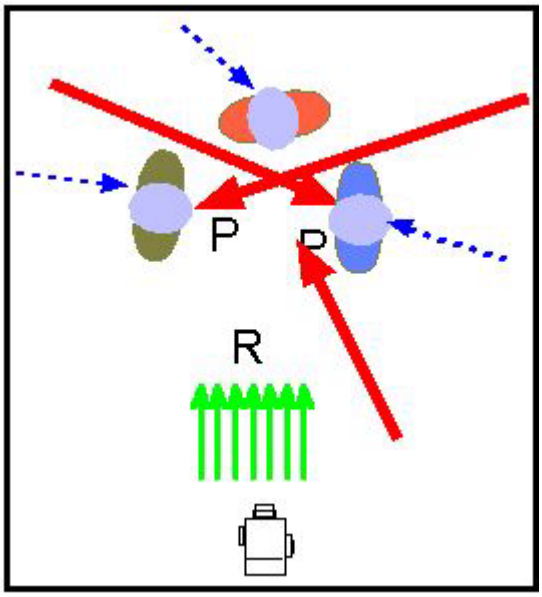
Lo académicamente correcto es que cada personaje disponga de una luz principal y otra de relleno siendo recomendable otra mas en contra para separarlo del fondo. Las luces se pueden disponer de forma que la luz principal de uno sea la contra de otro.

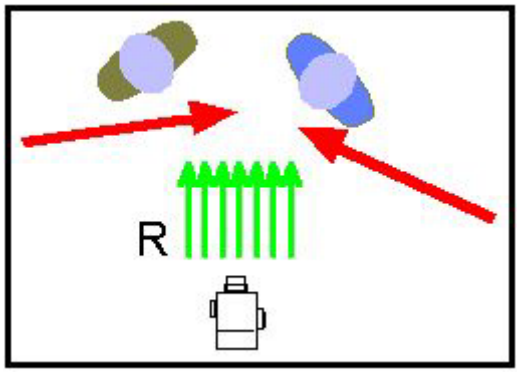
Deberíamos tener en cuenta: El número de personas. Si van a estar sentadas o de pié. Si se van a estar quietas o se van a mover. En el apéndice se ilustran todos estos problemas con varios ejemplos.

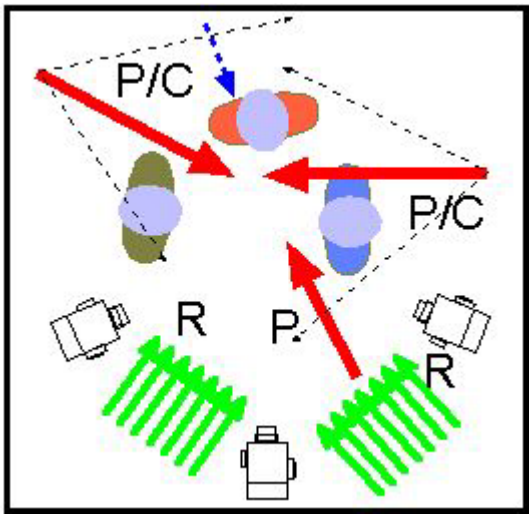


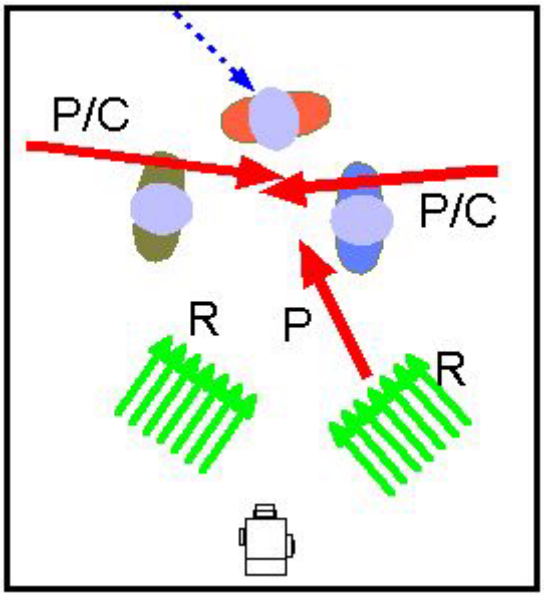


Esquemas para la iluminación de una pareja y un trío. Cada personaje tiene una luz principal y una de relleno. La P indica luz principal, la R relleno y la C contra. Nótese como la misma luz puede realizar diferenctes funciones. LEl símbolo de las flechas agrupadas indica una luz s difusa.

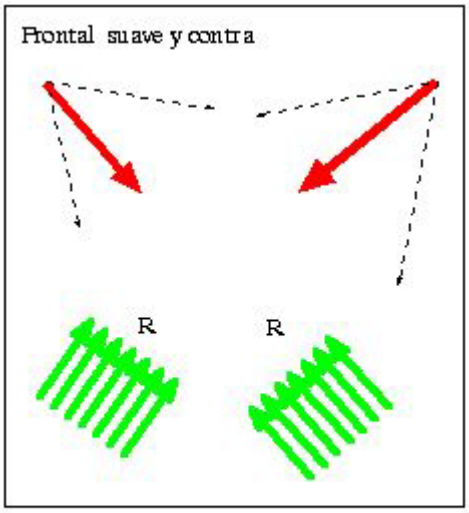




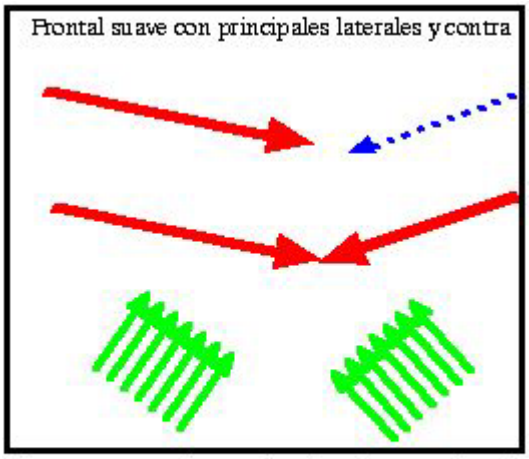




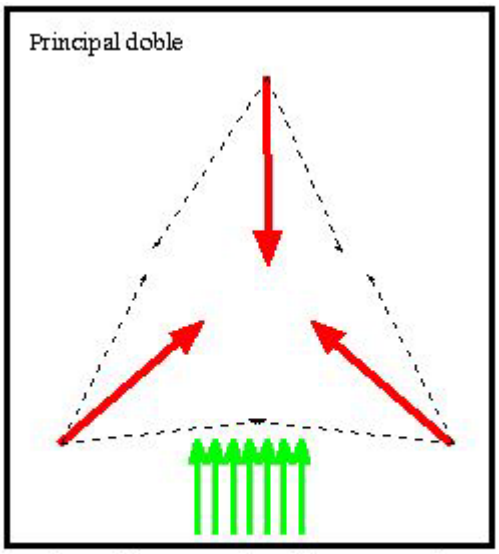
Iluminación de areas grandes. Debe tener-
se encuenta los posibles movimientos de
los actores. Básicamente lo que hacemos
es iluminar en la dirección de las cámaras
principales o por zonas.



Una luz general suave rellena todo el espacio mientras que las contras perfilan a los actores ylos separan del fondo produciendo un ligero modelado

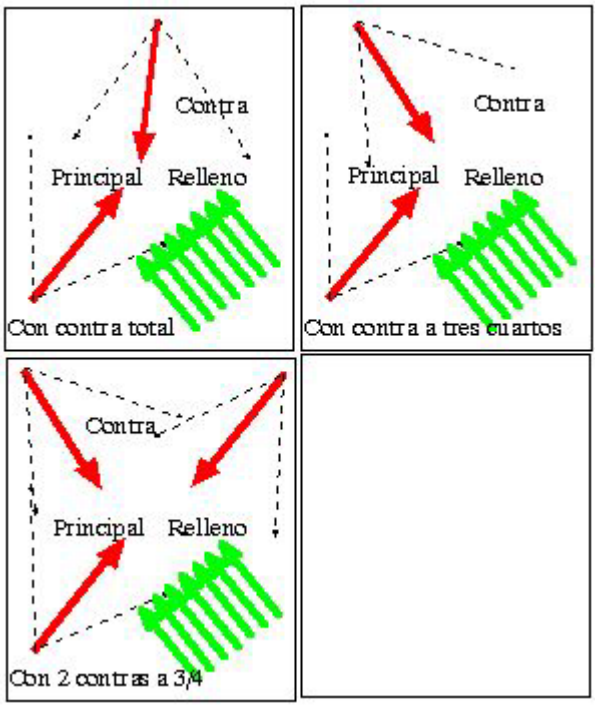


El esquema consiste en iluminar las zonas donde esperamos acción con una principal y una contra (que eventualmente puede hacer de principal de un segundo actor) y rellenar con una luz frontal suave.



Dos luces directas a ambos lados proporcionan la luz principal y una luz suave frontal proporcionaelrelleno. Estwe esquema funciona con la mayoría de los tirosde cámara

General a 3 puntos de areas pequeñas

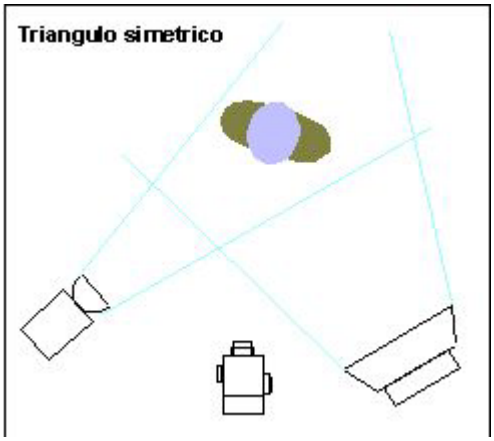


Capítulo 24

El triángulo básico

Estudio de la configuración de 3 puntos de luz

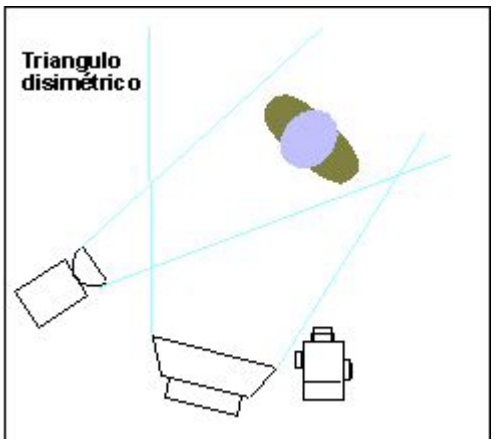
Preliminares



La iluminación por tres puntos o en triángulo es el pilar central a partir del cual se forman las distintas maneras que hay de iluminar una escena. No es que sea solo la forma más simple, es que cualquier otra forma más complicada de hacerlo realmente es una variación sobre la disposición en triángulo. Supone la forma de pensar de todo fotógrafo consciente de lo que está haciendo. Si se consultan libros sobre iluminación para televisión y cine veremos que es la única forma de plantearse la disposición de las luces.

Como se forma

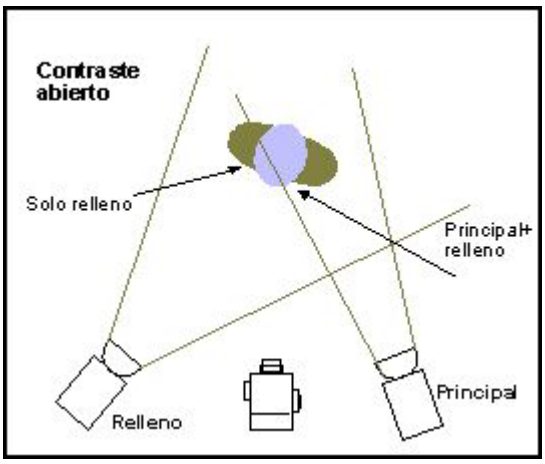
La iluminación en triángulo consiste en colocar tres luces que se complementan y cada una de las cuales tiene su propia función. Vamos a desarrollarlo desde el principio. Supongamos una escena oscura, encendemos una luz. Si esta es muy frontal, colocada casi en el mismo eje que la cámara, el resultado será plano y con poco volumen, por lo que la colocamos de forma algo alejada de la cámara, de manera que ilumine el motivo de la escena algo de lado. Esta es la luz principal, sirve para dar la exposición. Pero esta luz principal crea unas sombras muy fuertes, muy profundas. Para mitigarlas en lo posible y obtener cierto detalle en las partes en sombra colocamos otra luz, algo mas débil, al lado contrario de la luz principal. Esto es, si la principal está a la derecha esta segunda, denominada de relleno, se sitúa a la izquierda de la cámara, o viceversa, o ninguna de las dos cosas, como ya veremos.



Esta luz se denomina de relleno porque rellena las partes dejadas en oscuridad por la luz principal. De esta forma tenemos un buen retrato, con algo de luz por un lado y bastante mas por el otro. Por último colocamos una tercera luz detrás del sujeto, bien iluminando el fondo o, mas normalmente, iluminando el sujeto a contra luz. Esta tercera en discordia, llamada contra o contraluz, sirve para separar la figura del fondo, lo que se consigue mediante la línea clara que perfila la figura.

Todo este texto estará dedicado a como se ajustan las tres luces, cuanto han de valer según nuestras necesidades, cuanta energía vamos a emplear, cuales son las posibles variaciones y cuando nos conviene usarlas. De lo dicho anteriormente nos interesa quedarnos con dos ideas:

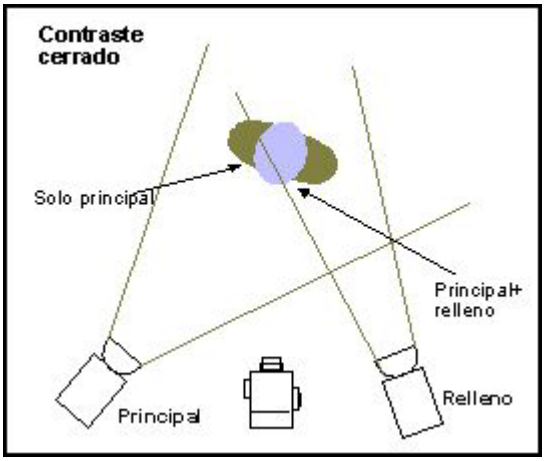
1. la luz principal es la mas «potente» y
2. la de relleno la mas débil.



Disposición de las luces

Hay varias maneras de colocar las luces dependiendo de la cantidad de escena que abarque cada una y de la altura a la que se pongan.

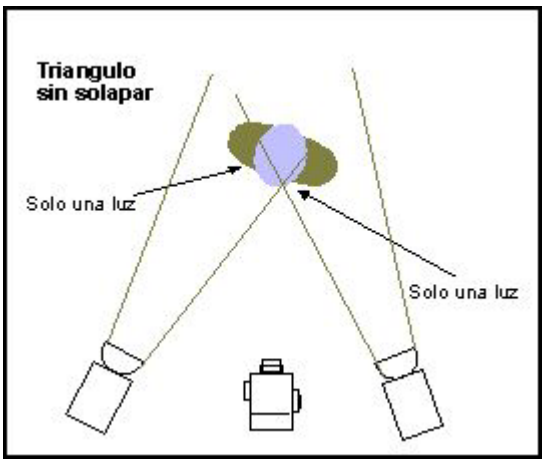
Por ejemplo podemos colocar la mas potente de forma que caiga sobre más escena y la menos potente que lo haga solo sobre una parte. Esto se puede hacer poniendo la luz fuerte con un reflector angular y algo mas centrada y la luz debil colándola algo mas lateral. De esta manera obtenemos dos zonas de luz bien diferenciadas: allí donde caen las dos luces y allí donde solo da la mas potente. En la parte en la que caen ambas luces estas se suman. Si por ejemplo la luz fuerte es un paso mas potente que la debil produce el doble de iluminación. Así que la parte de la escena iluminada por ambas luces recibe tres unidades de iluminación, dos de la potente y una de la debil, mientras que la parte donde solo cae la fuerte recibe dos unidades. La relación de luces es por tanto 3:2.



Si por el contrario colocamos la luz fuerte de forma que solo caiga sobre una parte de la escena y la debil sobre toda ahora el contraste varía. Si seguimos con nuestro ejemplo de poner la luz fuerte un paso mas alta que la debil entonces en la parte donde caen ambas luces recibimos 3 partes de luz, dos debido al foco potente y una debido al debil, mientras que en la parte menos iluminada solo recibimos una parte de luz, la correspondiente al foco debil.

A la primera situación la vamos a llamar de contraste reducido o cerrado y a la segunda de contraste amplio.

En un próximo parrafo entraremos en detalles sobre como trabajar estas situaciones.



También podemos colocar las luces de manera que cada una caiga sobre una parte de la escena y que no se mezclen. A esta forma de trabajar la vamos a llamar triángulo no solapado mientras que a los dos modos mencionados anteriormente donde las luces se suman le llamaremos triangulo solapado. El triángulo no solapado no tiene ningún misterio y puede tratarse como las dos luces independientes que de hecho son. De manera que solo trataremos los triángulos solapados.

Sobre la altura se puede comentar que hay quien prefiere que las dos luces estén a la misma altura y quien prefiere colcar una mas alta que la otra de manera que las sombras producidas por una luz se compensen con la pareja.

La situación de las luces sirve para modelar las formas, si colocamos la parte mas iluminada del lado

de la cámara decimos que hacemos una iluminación ancha, por el contrario si la parte mas iluminada está del otro lado de la figura, detrás del eje de la figura entonces decimos que estamos en una situación de iluminación estrecha. La iluminación ancha agranda las formas, engorda las caras y las hace mas rollizas. La iluminación estrecha por el contrario alarga las formas adelgazando los rasgos. Más adelante entraremos en detalles.

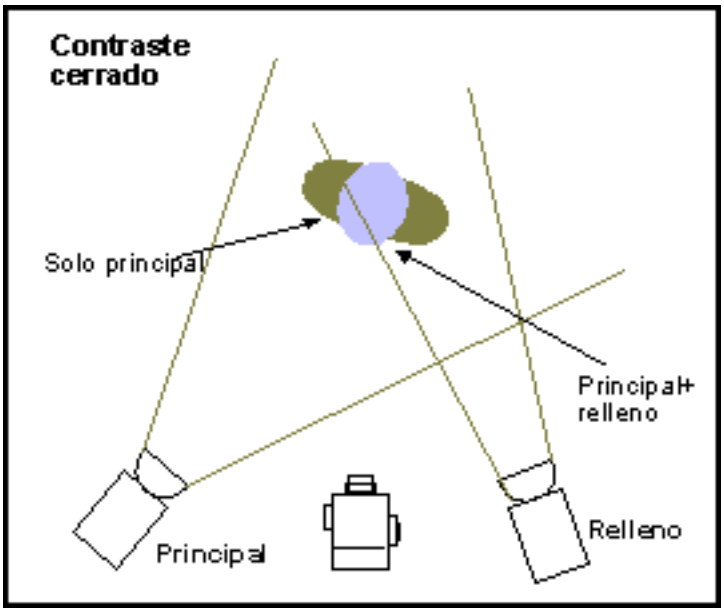
Las luces a su vez se pueden colocar de forma (mas o menos) simétrica sobre la cámara, esto es poniendo una a cada lado, o bien poniendo las dos al mismo lado de la cámara. En el primer caso hablaremos de triangulo simétrico y en el segundo de triangulo disimétrico . Ya entraremos en detalles.

Triángulo de contraste reducido

La situación es la de la gráfica. Hay dos luces, una mas potente que la otra (vamos a entender por mas potente que el número f necesario para exponer con ella es más alto). Se colocan las luces de manera que la más potente de luz sobre una zona amplia de la escena mientras que la menos potente caiga sobre una zona restringida en la que ya cae el otro foco. De esta manera se diferencian dos luces en escena: allí donde cae la luz potente, que será la zona mas oscura de las dos, y allí donde se suman ambas luces, que será la parte mas clara. Al foco mas potente le vamos a llamar luz principal y lo denotamos por la letra p. Al foco menos potente lo llamamos luz de relleno y lo denotamos por la letra r.

La suma de luces ya se ha tratado en otra parte no obstante recordamos que : si las luces son iguales la suma es un paso mas alta, si se diferencian en un paso la resultante es 2/3 de paso mayor que la mas fuerte, si se diferencian en 2 pasos la resultante es solo 1/3 de paso mayor que la mas alta que para tres o mas pasos la luz menos potente no tiene efectos notables.

Lo último significa que si tenemos un flash de número guía 128 y otro de guía 36, como la diferencia es de tres pasos y medio el flash de 36 prácticamente no interviene en la iluminación. Lo que supone



además que si tenemos dos flashes iguales y en uno reducimos la potencia con el selector no deberñiamos colocar este a mas de 1/8, ya que 1/8 son tres pasos menos que el otro flash a toda potencia, si pusieramos menos (1/16, 1/32) la luz de este foco apenas se notaría.

Del parrafo anterior hay que tener en cuenta que esto es así porque la luz debil se suma a la luz fuerte y la fuerte cae sobre toda la escena, en el caso del triángulo de contraste ampliado es la luz debil la que cae sobre toda la escena de manera que aunque en la parte donde se suman ambas luces la debil apenas

actue si que lo hace en la zona en que cae sola.

Ya se ha hablado de como ajustar la iluminación actuando sobre la distancia. Se ha hablado del número guía para focos directos, del número guía reducido para los focos extensos y del ajuste fino porcentual para realizar cambios inferiores a un paso. De lo que aún no se ha hablado es de como combinar los números guías en una situación de triangulo solapado, como la que estamos tratando en la que las luces se suman en una parte y no en otra.

No vamos a entrar en los pormenores matemáticos (que se pueden encontrar pulsando en este enlace) pero si vamos a exponer los resultados del análisis de la situación.

Vamos a determinar los números guías necesarios para conseguir un contraste determinado. El contraste obtenido cuando empleamos flashes con números guías determinados y colacodos a cierta distancia. Las distancias a que podemos colocar las luces según su potencia, etc...

La relación de luces en la escena es:

$$m = 1 + \left(\frac{f_r}{f_p} \right)^2$$

$$m = 1 + \left(\frac{d_p \cdot G_r}{d_r \cdot G_p} \right)^2$$

Donde m es la relación de luces, es decir la cantidad de luz que cae sobre la parte común (la más iluminada) dividido entre la menos iluminada.

dp es la distancia a la que se coloca el flash principal de la escena y dr la correspondiente distancia a la que colocamos el flash de relleno.

Gr y Gp son, por su parte los números guías (diafragmas a 1 metro) correspondientes a cada foco.

Para pasar al número de pasos hay que hacer:

$$n = 3'322 \cdot \log m$$

En todas las ecuaciones que siguen se puede sustituir el valor de m por el número de pasos según:

$$m = 2^n$$

Donde poner la luz de relleno

Conocido el número guía de los dos focos, la distancia a la que está el foco principal y el contraste que queremos en escena, el foco de relleno se coloca a una distancia:

$$d_r = \frac{Gr}{Gp} \cdot \frac{d_p}{\sqrt{m-1}}$$

Donde poner la luz principal

Por su parte si lo que queremos es saber donde podemos colocar la luz principal:

$$d_p = \frac{Gp}{Gr} \cdot \sqrt{m-1} \cdot d_r$$

Potencia necesaria en la luz principal

Supongamos que tenemos las luces colocadas. También hemos ajustado la potencia de la luz de relleno ahora queremos calcular la potencia de la luz principal. Lo que estamos calculando es, de hecho, el número guía con que tiene que trabajar:

$$Gp = \frac{d_p}{d_r} \cdot \frac{Gr}{\sqrt{m-1}} \quad Gp = \frac{d_p}{d_r} \cdot \frac{Gr}{\sqrt{m-1}}$$

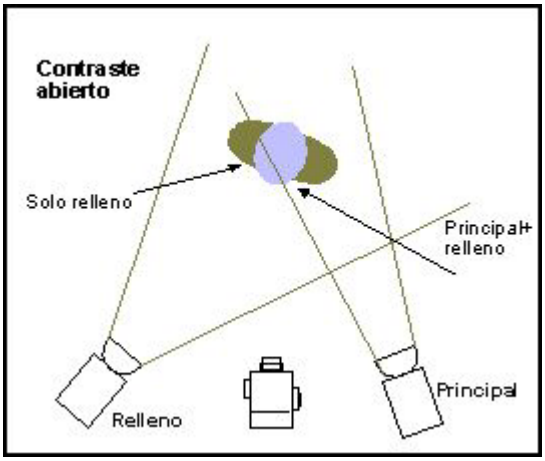
Potencia de la luz de relleno

Al igual que en el caso anterior pero ahora lo que nos falta es la luz de relleno por ajustar en potencia, aunque ya la tenemos colocada.

$$Gr = \frac{d_r}{d_p} \cdot Gp \cdot \sqrt{m-1}$$

Triángulo de contraste ampliado

Ahora la luz que cae sobre toda la escena es la de relleno, osea la mas débil, mientras que la luz principal la colocamos de manera que solo ilumine por un lado.



En estas condiciones la relación de luces es:

$$m = 1 + \left(\frac{f_p}{f_r} \right)^2$$

$$m = 1 + \left(\frac{d_r \cdot G_p}{d_p \cdot G_r} \right)^2$$

Colocación de la luz principal

$$d_p = \frac{Gp}{Gr} \cdot \frac{d_r}{\sqrt{m-1}}$$

Colocación de la luz de relleno

$$d_r = \frac{Gr}{Gp} \cdot \sqrt{m-1} \cdot d_p$$

Potencia de la luz principal

$$Gp = \frac{d_p}{d_r} \cdot Gr \cdot \sqrt{m-1}$$

Potencia de la luz de relleno

$$Gr = \frac{d_r}{dp} \cdot \frac{Gp}{\sqrt{m-1}} \left| Gr = \frac{d_r}{dp} \cdot \frac{Gp}{\sqrt{m-1}} \right.$$

Medición de la exposición

A la hora de medir la exposición hay dos grandes estrategias como ya sabemos: medir por incidencia o por reflexión. Recordemos solo que al medir por reflexión tenemos que compensar los tonos ya que el fotómetro nos recomienda una exposición para registrar cualquier tono como si fuera un gris mas o menos medio, abriendo el diafragma mas de lo indicado si el objeto es claro y cerrándolo si es oscuro.

Independientemente de la forma en que midamos hay tres maneras mas de colocar el fotómetro: según el motivo claro, según el motivo oscuro o en un punto medio entre ambos.

Si medimos por incidencia además se puede dirigir el fotómetro hacia un foco, hacia el otro, hacia la cámara o hacia un punto medio entre cámara y foco.

Cada autor recomienda una forma de trabajar, personalmente creo que la forma mas indicada es seguir el criterio CIE consistente en emplear las luces laterales y la medida hacia la cámara si lo hacemos de forma incidente y hacia el objeto desde la cámra si lo hacemos por reflexión. El criterio CIE en realidad lo que hace es colocar las luces a 45º del plano de medición y el fotómetro a 90º. Aunque por supuesto la dirección de las luces no tiene porque ser 45º, ya que depende de nuestro discurso fotográfico.

Sobre si medir la luz más debil, osea la que actúa sola, o la mas fuerte, esto es la suma delos dos focos, hay opniones para todos los gustos. La más interesante que he recogido es la de que se mide sobre la luz cuando vamos a realizar un trabajo con pocos cambios. De esta forma se garantiza un buen detalle en las luces aunque se pueda perder algo en las sombras. Sobre todo en trabajos en los que no podemos decidir sobre el último paso, el copiado, esta es la forma mas conveniente de trabajar. No tenemos acceso al último paso, al copiado, en el caso en que trabajemos con un laboratorio para obtener copias del que no nos fiemos o sepamos que no van aesmerarse. También al mandar las fotos para ser reproducidas en una imprenta.

Por su parte medir sobre las sombras nos permite realizar cambios en la luz mas fuerte sin alterar gravemente la exposición, con lo que podemos mantener el ajuste de cámara mientras hacemos varias tomas solo cambiando la luz principal. Esta está indicado en el caso de tener que disparar largas series de objetos: retratos posados a una misma modelo, catálogos de productos, etc... sin embargo al estar el detalle en las sombras es necesario un poco de esmero en el laboratorio ya que un copiado automático puede dejar opacas las sombras y sin detalle.

Conclusiones prácticas del estudio

De todas las ecuaciones anteriores, que pocas veces emplearemos podemos quedarnos con una idea: que la relacion de luces entre la parte donde se reciben ambas luces y la que solo se recibe una es dos elevado a n mas uno. Siendo n la separación en pasos entre la luz principal y la de relleno. Si la luz de relleno abarca todo el motivo n es positivo y si no negativo. Esto solo indica que la diferencia se cuenta de princiapl a relleno o de relleno a principal.

Dos elevado a un número es facil de calcular. No hay que ser muy ducho en matemáticas ya que por pocas que sepamos al menos sabemos multiplicar por dos.

Dos elevado a n mas uno es prácticamente dos si n es algo grande. Osea que la relación de luces es prácticamente dos elevado a la diferencia en pasos entre las luces. Eso es algo que ya podíamos intuir porque como sabemos cuando dos luces se suman si la pequeña es mucho mas pequeña que la grande solo actúa la grande. Y como sabemos esto sucede cuando la principal es 3 pasos mayor o mas que la de relleno.

Bien lo que se pretende decir es que cuando la separación de ls luces principal y de relleno es de 0 a 3 pasos, la relación de luces final de la escena será dos elevado a n mas 1, mientras que cuando la separación es de mas de 3 pasos la relación de luces es prácticamente igual a la separación de luces.

Osea, que es una tontería ir superponiendo luces cuando una es mas de 3 pasos mayor que la otra.

Esta consideración se hace para un error de 1/3 de paso. Si quisieramos afinar mas y tomáramos 1/6 de paso entonces el límite serían 4 pasos.

Veámoslo con un ejemplo:

Tenemos un patio con una luz de f:2’8 para la velocidad de obturación que vamos a emplear. Queremos hacer un retrato con una relación de luces 3:1. Vamos a colocar un flash lateral para obtener esta relación. ¿Cuánto ha de valer el flash?.

Vamos a empezar haciéndolo a partir de la única ecuación que deberíamos saber: que la relación de luces es uno mas dos elevado a n. Supongamos que tenemos un flash de guía 45 ajustable en potencia. Si pusieramos el flash a 2’8 la separación entre la luz de relleno y la ed principal sería 0 pasos (son iguales). Así que dos elevado a 0 es 1 (siempre un número elevado a 0 da 1). Uno mas uno es dos. Y lo que queremos que de es tres. Luego no nos vale. Vamos a poner el flash (luz principal) un paso mas alto que la de relleno. Como el relleno es 2’8 un paso por encima es 4. Dos elevado a 1 es dos. Dos mas uno es tres. Ese es el número que buscamos.

Luego tenemos que habiarnoslas para que el flash de una luz de f:4. Podemos ajustarlo por distancia. De la siguiente forma: como el número guía es 45 si dividimos este número guía entre la distacia

obtenemos el diafragma a emplear. Podemos realizar tanteos o directamente dividir el número guía entre el diafragma deseado, lo que nos dá la distancia. 45 es prácticamente 44 (hay flashes que no marcan gía 45 sino 44) vamos a emplear este número. Si dividimos 44 entre 4 obtenemos 11. 11 metros. ¿Muy lejos?. Bueno, ajustemos la potencia. Supongamos un Metz 45 CT3 que se puede ajustar en potencia a 1/2 y a 1/4. A 1/4 es como quitarle dos puntos. Osea poner el guía de 44 a 22. 22 entre 4 son 5'5 metros. Hay que poner el flash a 5 metros y medio.

¿Qué es mucho todavía?, bueno quizas podamos poner un pañuelo blanco sobre el flash, que viene a quitarle un paso, con lo que tendríamos un guía de 16, que dividido entre 4 da 4 metros. O podríamos ponerle al flash un filtro de densidad número que le quite dos pasos (entonces el guía sería 11 que dividio entre 4 nos daría 2'75 metros).

Supongamos ahora la misma escena pero para vídeo. Vamos a crear una diferencia de luces de relación 20:1. Osea 4 pasos y un tercio que es la máxima admitida por el sistema de televisión.

La luz general, que actua como relleno da un diafragma 2'8. Ponemos un foco que de ¿cuánto?...

Si ponemos 3 pasos, por ejemplo colocando focos que nos den un diafragma, aislados, de 8 tendríamos: dos elevado a 3 ocho, mas uno, nueve. Una relación de luces de 9. Que es poca. Queremos 20. Cuatro pasos de diferencia nos daría una relación de luces 17 mientras que 5 nos dá 33. Luego son 4 y algo.

Ahora viene todo aquello que se dijo antes: cuatro y algo, pero para valores de separación de focos mayores que 3 la relación de luces final es prácticamente igual que dos elevado a la separación de los focos. Como queremos un contraste final de cuatro pasos y un tercio es este el valor que debemos dar a los focos: cuatro pasos y un tercio mas altos que la luz de relleno. Osea 11+1/3.

Diseño de una iluminación: El método de la rueda.

Vamos a introducir un método de cálculo para predeterminar los requrimientos de equipo antes de entrar enproducción. Esto nos va a permitir evaluar las necesidades de iluminación y evitar los dos extremos: llevar demasiado equipo o demasiado poco.

Lo que vamos a hacer es basar nuestra iluminación en la imagen que queramos obtener. En este caso no estamos hablando de una iluminación de relleno sino del otro tipo, de una iluminación de potencia. Una vez en la escena puede suceder que queramos alterar el diseño, puesto que en ese caso partimos de una iluminación prevista (la diseñada) entonces sí que podemos emplear los métodos anteriores de relleno. No hay que olvidar que la primera luz que tengamos es la luz de potencia (aún cuando sea la mas pequeña) y que la segunda, al ser una luz añadida a una previa, ya es de relleno.

El método de la rueda

El método de la rueda tiene cuatro partes:

1. *¿Qué quiero?*. Determinación de nuestro objetivo.
2. *¿Qué hay?*. Evaluación de las luces de la escena antes de colocar las nuestras.
3. *¿Qué pongo?*. Evaluación de las luecs finales que vamos a colocar.
4. *¿Cuánto pongo?*. Cálculo de las luces.

¿Qué quiero?

Podemos quere varias cosas: podemos quere una cierta gama de contraste, podemos querer emplear un cierto diafragma en cámara. Debemos tener estos dos parámetros muy claros. A menudo pensamos que el diafragma se ajusta según diga el fotómetro, pero esto es solo una verdad a medias, todos sabemos las ventajas de jugar con el tiempo de obturación, la sensibilidad y el diafragma. Hay veces que nos limita la obturación, otras veces el rendimiento del objetivo, otras veces la profundidad de campo.

Sin embargo, la decisión de qué diafragma emplear, si no tenemos una necesidad clara debido a la profundidad de campo o a buscar una cierta continuidad visual basada en el comportameinto del objetivo (que nos obligaría a mantener cierto diafragma, caso muy común en cine), no es tan simple. Si queremos un diafreagam muy alto seguramente habrá que emplear mucha luz, si lo bajamos podremos emplear menos...

Mi criterio sería el de buscar pensar si queremos tener luz ambiente o por el contrario evitarla.

Criterios de luz ambiente

Si queremos dejar algo de luz ambiente el diafragma a ajsutar en cámara debe ser de un paso a dos mas que el necesario para exponer con la luz ambiente. De forma si para la luz ambiente la exposición necesaria fuera de f:4 a t:1/125 podríamos pensar en emplear de f:4 a f:8. Aunque hay que evitar el extremos bajo ya que al añadir luz la exposiciónsubirá, aunque ya sabemos que podemos añadir la luz solo en una parte de la escena.

Si no queremos emplear la luz ambiente entonces nuestro diafragma debe ser al menos tres pasos mayor que el de ambiente. Y cuando digo tres pasos quiero decir cuatro. De hecho si la luz natural de la escena tiene cierta personalidad cromatica, como por ejemplo los tubos fluorescentes que van a dar verde, sin nos mantenemos por debajo de los 4 pasos se van a mezclar las coloraciones de la escena con la luz de potencia. De manera que en un estudio cuya luz ambiente es fluorescente y ofrece f:1’4 debemos emplear como poco un f:5’6 para evitar la mezcla de colores.

Criterios de contraste

De cómo decidir el contraste se ha hablado ya a lo largo del libro. Apuntar que en este caso nos interesa la diferencia entre el motivo mas claro con detalle y elmas oscuro con detalle, es decir, el número de pasos que hay entre la luz con detalle y la sombra con detalle.

¿Qué hay?

Bajo este epígrafe que hay debemos númerar las diferentes zonas de luz que tenemos en plano y el diafragma que nos mide. Numeramos las luces, a ser posible siguiendo un orden, y establacemos el contraste máximo restando la luz mas alta de la más baja en pasos.

.28 ¿Qué pongo?

Tenemos ahora que decidir como vamos a poner las luces. ¿Vamos a colocar una que alumbre el primer plano y otra para el segundo?, ¿Vamos a añadir alguna para crear un efecto determinado?, ¿Las luces por si solas permiten un juego de sombras?. Podemos añadir las luces por función: si queremos colores, luces directas, si queremos texturas luces laterales, lo clásico y que siemproe funciona es una luz principal y una luz de relleno mas una contra... Podemos quere dar un poder expresivo a la luz: luces bajas para encender una mirada, muy altas para envejecer un rostro esto es el libro d elos gustos. Pero, una vez decididos cuantos focos añadir hay que anotar en el esquema de luces la suma de los diafragmas medidos en que hay con los diafragmas de los foocs, que por ahora son desconocidos. Así pues tenemos una serie de sumas de diafragmas (que como sabemos no son sumas aritméticas, sino geométricas) y de incógnitas. Una por cada foco añadido.

.29 ¿Cuánto pongo?

O loque es lo mismo: resolver el sistema de ecuaciones anterior. Este sistema no se puede reoslver por ningún método clásico ya que las ecuaciones no son lineales. De todas maneras tampoco es seguro que nos acordemos de cómo se resuelve un sistema de ecuaciones. Pero eso no importa, lo que vamos a hacer es lo que se llama una propagación de restricciones. Vamos a pensar ocmo fotógrafos e intentar definir una de las luces. A partir de tener una de las luces resueltas, esto es, que número le corresponde vamos a escoger aquella suma en la que intervenga esta luz y solo aparezca una mas. Nuestras herrmientas son las operaciones de suma de dafragma y la de el diafragma siguiente a uno dado. De esta manera

podemos partir de un resultado deseado (aquello a lo que respodnimos en el qué quiero) y bajar a la luz que debemos a añadir. O bien partir de la diferencia en pasos entre dos luces y conociendo eldiafragam de una determinar el de la otra.

Al anotar las luces que vamos añadiendo hemos seguido un orden, al irlas resolviendo normalmente las recorreremos en orden inverso, por eso llamo a este método el de la rueda: se establecen las relaciones en un sentido y se resulven en sentido contrario.

Vamos a ver un ejemplo y al final del capítulo veremos varios mas.

Un ejemplo de cálculo

Vamos a usponer una escena en la que una figura está sentada junto a una ventanta. Afuera el sol brilla con un f:16, su mejilla derecha, la que da a la ventanta mide f:5'6, la izquierda que dá a la habitación f:2'8. Al fondo de la sala el diafragma es f:2. La mesa frente al personaje está a f:4.

Realmente esta es la segunda pregunta. Dibujemos la escena:

La foto es para una revista así que nos vamos a mantener en un contraste de 4 pasos. Supongamos que nos vamos a olvidar del fondo, f:2. Para ello el diafragma a emplear debe ser por lo menos tres pasos mayor, luego al menos un f:5'6. Con este diafragma clavamos el lado claro de la cara y subexponemos dos pasos el lado oscuro. Está dentro de lo tolerable, la calle queda entonces a tres pasos por encima de la exposiciónde la cara, demasiado clara. Entre la calle y la cara oscura hay cinco pasos.

Vamos añadir luces. Hay muchas opciones, por ejemplo podríamosañadir una luz para le fondo y que aparezca, pero hemos decidido eliminarlo. Podemos colocar una única luz que ilumine la cara de frente de forma que suba ambas exposiciones (mejilla clara y mejill oscura) sin romper el claroscuro. Aquí podríamos emplear las técnicas ya aprendidas de luz de relleno,pero vamos a usar las de diseño de luces, entre otras cosas por que tenemos un motivo mas en escena, la calle. Podemos emplear una luz para la cara o dos, una àra un lado y otra para el otro. Podríamos añadir tambien un foco en la calle para iluminarla. Aunque puede ser un poco exagerado, peor que seria perfectamente normal en una producción de cine o televisión.

Vamos a decidir dejar la luz de la calle y añadir tres luces: una para la mejilla izquierda, otra para la derecha y una tercera para la mesa.

Vamos a colocar el diafragma a f:11. De esta manera la calle no sale excesívamente sobreexpuesta. La parte más clara de la cara la vamos a dejar en f:11 mientras que la oscura la vamos a poner paso y medio por debajo (una relación de luces 3:1). En la mesa, una servilleta blanca y un pañuelo negro marcan los extremos. La diferencia real entre ambos es de cuatro pasos, vamos a poner luz hasta que la servilleta esté a f:22, oséa dos pasos por encima del diafragma ajustado en cámara. Por tanto en la zona de luces con detalle.

Escribamos las sumas:

El signo de suma encerrado en un círculo indica que se suman las exposiciones correspondientes, como sabemos al sumar dos diafragmas f:2 el resultado no es f:4 (2+2) sino f:2,8.

Calle

$$f_1 = 16$$

Cara clara

$$f_2 = 5{,}6 \oplus f_a = 11$$

Cara oscura

$$f_3 = 2'8 \oplus f_b = 6'67$$

Este número se ha obtenido multiplicando 5’6 por la raiz cuarta de dos, es decir, medio paso por encima de 5’6.

Mesa

$$f_4 = 4 \oplus f_c = 11$$

Queremos un f:11 ya que vamos a poner el blanco a f:22 y debe estar 2 pasos por encima del diafragma ajustado en cámara.

Fondo

$$f_5 = 2$$

En el fondo no queremos luz, así que lo dejamos muy subexpuesto.

Bien ya hemos recorrido la escena, ahora hay que determinar las luces.

Vamos a empezar por la mejilla oscura, la luz ambiente es f:4 y al añadirle el foco debemos tener un f:11, luego solo hay que despejar así:

$$f_3 = 2'8 \oplus f_b = 6'67 \rightarrow 6'67 = \sqrt{2{,}8^2 + f_b{}^2} \rightarrow f_b = \sqrt{6'67^2}$$

El foco para la mejilla oscura es algo mayor de 5’6.

De la misma manera, el foco para la mesa debe valer:

$$f_4 = 4 \oplus f_c = 11 \rightarrow 11 = \sqrt{4^2 + f_c{}^2} \rightarrow f_c = \sqrt{11^2 - 4^2} = 10$$

El foco para la mesa es 8 y medio.

$$f_2 = 5'6 \oplus f_a = 11 \rightarrow 5'6 = \sqrt{11^2 + f_a{}^2} \rightarrow f_a = \sqrt{11^2 - 5'6^2}$$

Luego debemos ajustar tres focos a los valores determinados. Para ajustar estas potencias... repase este libro.

Ejemplos de cálculo de luces en triángulo

Vamos a ver varios ejemplos de colocación de luces en triángulos. Empezaremos por casos simples y los iremos complicando poco a poco. Para los cálculos vamos a emplear fundamentalmente tres ideas: como se suman los diafragmas, cual la diferencia en pasos y en relación de luces entre dos diafragmas y las ecuaciones del triángulo. Aunque estas, como veremos a continuación, solo son útiles en los casos más simples.

Recordemos algunas cosas: la suma de dos diafragmas f1 y f2 es:

$$f1 \oplus f2 = f3$$
$$f3^2 = f2^2 + f1^2$$

El símbolo mas encerrado en el círculo viene a indicar que aunque es una suma no se trata de una suma

aritmética. Es decir, no podemos sumar simplemente los números. Vamos a emplearlo siempre que se trate de una suma de diafragmas. Hemos representado solo la suma de dos números f pero podríamos añadir mas simplemente elevándolos al cuadrado.

El diafragma siguiente a uno dado, o si se quiere de otra forma, conociendo un diafragma el otro diafragma separado por n pasos (o una relación de luces m) será:

$$\frac{f1}{f2} = \sqrt{m} = 2^{\frac{n}{2}}$$

Esta ecuación la vamos a emplear en varias ocasiones de las que las principales serán:

-Cuando queramos redondear un diafragma. Por ejemplo, si obtenemos un diafragma 3'36. ¿Qué número f corresponde dentro de las series normales que conocemos?. El método para redondear consiste en dividir el valor obtenido por el número f de la serie principal más cercano por debajo. En el ejemplo este sería 2'8. Elevando la división al cuadrado obtenemos la relación de luces. Si queremos la diferencia en pasos podemos estimarla a partir de la relación de luces o bien directamente hallando el logaritmo de la división y multiplicándolo por 6'644. Nos quedamos son el diafragma más cercano en 1/6 o en 1/3 de paso.

-Para hallar un diafragma cuando conocemos algunos parámetros. En este caso empleamos conjuntamente las dos ecuaciones anteriores. Por ejemplo cuando la luz de relleno mas la principal tienen que guardar una relación de luces dada. En este caso en vez de f1 ponemos la suma y en f2 la de relleno. Ya tendremos ocasión de ver esta forma de trabajar.

I

Vamos a comenzar por una situación simple. Un actor se encuentra iluminado por dos luces, principal y relleno, de forma que el relleno cae desde el centro iluminándole por completo mientras que la principal solo cae por un lado. No hay luz de fondo previa.

Así que tenemos por un lado luz de relleno mas luz principal y por el otro luz de relleno solo. Supongamos el caso más simple: queremos una relación de luces m=3:1.

Como vemos la luz principal debe ser el doble de la luz de relleno. Así que podemos colocar un flash de guía 45 como luz principal a una distancia y otro de guía 32 (un paso menos) como relleno a la misma distancia.

Vamos a empezar a complicar las cosas:

-En las mismas condiciones que antes pero disponemos de un flash de guía 45 y otro de guía 36.

Bien, colocamos el guía 45 como luz principal a una distancia cualquiera. Por ejemplo a 2 metros. El diafragma que ofrece el flash principal es de 45/2=22.5.

¿Qué diafragma es 22'5?. Si dividimos 22.5 entre algún diafragma menor de la serie principal y lo elevamos al cuadrado tenemos la relación de luces entre ambos diafragmas.

Recordemos que las relaciones de luces son:

1'12->Un sexto de paso.

1'20->Un cuarto de paso.

1'25->Un tercio de paso.

1'41->Medio paso.

1'60->Dos tercios de paso.

Y normalmente aproximaremos al tercio mas cercano.

Así que 22'5/22=1'023 que al cuadrado es 1'03. Este 1'04 es la relación de luces entre 22'5 y 22.

Como vemos está mucho mas cerca de 1 que de 1’12. Luego tomamos 22’5 como si fuera 22.

Así que el flash principal nos da un diafragma 22. ¿A que distancia colocamos el relleno para que de una relación de luces m?.

Vamos a resolverlo de dos maneras para dos casos.

Con la ecuación del triángulo. **Pensando en la suma de diafragmas.**

m=3:1 (1+2/3 pasos) Queremos saber a que distancia va a quedar el flash de relleno. La ecuación es: $dr = \frac{Gr \cdot dp}{Gp} \cdot \sqrt{m-1}$ En un lado tenemos luz principal más relleno, en el otro solo relleno. La luz principal ya sabemos que da un diafragma 22. Vamos a sumar diafragmas:

$$dr = \frac{36 \cdot 2}{45} \cdot \sqrt{3-1} = 2'26m$$

$$fp \oplus fr = fr \cdot \sqrt{m}$$
$$fp^2 + fr^2 = fr^2 \cdot m$$
$$fr^2 \cdot (m-1) = fp^2$$

Para calcular la distancia, como el guía es de 36 tenemos que dividir este número entre el diafragma que hemos calculado. Osea dr=36/16=2’25m

$$fr = \frac{fp}{\sqrt{m-1}}$$
$$fr = \frac{22}{\sqrt{3-1}} = 15'56$$
$$15'56 \approx 16$$

m=4:1 (2 pasos). En este caso las cuentas son las mismas pero en vez de raiz de 3-1 ponemos raiz de 4-1 lo que nos dá una distancia de 2’77. Sustituyendo la m por 4 tenemos un diafragma de 12’7. Dividiendo 36 entre 12’7 obtenemos una distancia de 2’8m

Personalmente prefiero la segunda manera de trabajar. Ya que establece los diafragmas que debemos obtener para cada foco. Posteriormente podemos colocar las luces haciendo uso de las técnicas de distancia explicadas y de esta forma independizamos la etapa de previsualización de la escena de la del planteo de la disposición de luces.

Hemos resuelto las luces, pero todavía nos queda ver el ajuste de cámara. Esta es una de las razones por la que podemos preferir la segunda manera de trabajar.

Bien, en la parte con solo relleno tenemos un diafragma 12’7 en el caso de m=4. ¿Cuánto es este 12’7. Como ya hemos dicho, dividimos el valor por el número de la serie principal inmediatamente inferior. Esto es por 11. 12’7/11=1’155. Lo elevamos al cuadrado, que da 1’333. Un tercio de paso es 1’26, medio paso es 1’41. Como vemos 1’33 está mas cerca del tercio de paso que del medio paso, por lo que asignamos el diafragma a l tercio de paso superior a 11.

Osea que la luz de relleno, sola, nos da un diafragma 11+1/3.

Como la relación de luces es de 4:1, osea de dos pasos, la parte iluminada por relleno mas principal debe quedar dos pasos por encima de 11+1/3. Osea que es 22+1/3.

Si hablamos de fotografía la velocidad de obturación viene dada por la de sincronismo. Si hablamos de cine o vídeo el mismo concepto de número guía encierra la velocidad de obturación (normalmente 1/50 de segundo). De cualquiera de las dos formas el diafragma es el parámetro que debemos decidir ya que el tiempo de obturación viene impuesto.

Bien, si ajustamos un diafragma 22+1/3 tendremos el lado iluminado por relleno mas principal en un gris medio mientras que el otro dos pasos por debajo. Si ajustamos un diafragma f:11+1/3 entonces el lado del relleno queda como gris medio mientras que el otro dos pasos sobre expuesto. Dependiendo del motivo concreto podemos tomar una decisión un otra, o bien escoger algún término medio, como por ejemplo colocar el diafragma a un valor 16. Con lo que la parte mas clara queda un paso y un tercio sobreexpuesto y la parte oscura solo un paso subexpuesto.

Vamos a ver mas problemas.

II

Un actor se encuentra iluminado por un lado por un foco de guía 45 y por otro por este mismo más otro igual. Elegir la distancia del foco al actor para una relación de luces m=3 y m=4. Si queremos tener un diafragma f:5'6 con una película de sensibilidad 100.

Aquí vamos a retomar el caso anterior pero con una salvedad: el diafragma a conseguir viene fijado.

Vamos a empezar por lo fácil. De un lado está la luz de relleno, del otro relleno más principal. La luz de relleno debe dar un diafragma entre 5'6. Supongamos que hemos tomado la decisión de que el diafragma en cámara va a estar a medio camino de los otros dos (relleno mas principal y relleno solo).

Como la relación de luces que queremos es de 4:1, esto es dos pasos, y el diafragma de cámara va a estar a medio camino tenemos que la sombra estará un paso por debajo de 5'6, osea f:4 y la luz un paso por encima, osea f:8.

Así pues la parte en sombra recibe luz solo de la de relleno y necesita un f:4. Si la luz de relleno es una luz puntual o asimilable de guía 45 tenemos que colocarla a:

D=G/f=45/4=11'25m.

Por su parte la luz principal mas la de relleno debe dar un f:8. Es decir que la luz principal debe ser tal que eleve los f:4 del relleno a los f:8.

$$fp \oplus fr = fr \cdot \sqrt{m}$$
$$fp^2 + fr^2 = (fr \cdot \sqrt{m})^2 = fr^2 \cdot m$$
$$fp^2 + 4^2 = 4^2 \cdot 4 \rightarrow fp = \sqrt{4^2 \cdot 4 - 4^2} = 6'93$$

a redondear 6'93 lo dividimos por 5'6 y lo elevamos al cuadrado, que nos da 1'53. Luego 6'93 es algo mas de 5'6+1/2.

Hay que observar que en este cálculo no hemos empleado toda la información que teníamos. Sabíamos que la suma de relleno y principal debía dar f:8 pero no hemos usado este conocimiento, al menos directamente.

Ya tenemos los dos diafragmas: fr=4 y fp=5'6+1/2.

Ahora vamos a ver las distancias.

Si tenemos luces con números guía simplemente debemos dividir el guía por el diafragma que queremos.

Así la principal la colocaremos a 45/6'93=6'5 metros.

II-1 -Supongamos que el problema es de luz continua, por ejemplo porque estamos rodando una película. Para simplificar las cosas y como somos pobres vamos a emplear luces PAR 64 de 125.000cd, que es lo que nos ha dejado emplear el de producción.

Como somos *muy* pobres solo nos han dado dos focos.

Bien, vamos a ver como calculamos el número guía de un foco conociendo su intensidad (las candelas). Para ello partimos de la ecuación de la iluminación en condiciones de exposición recomendada:

$$E = \frac{269 \cdot f^2}{s \cdot t} \rightarrow f = \sqrt{\frac{E \cdot s \cdot t}{269}} = \sqrt{\frac{j \cdot s \cdot t}{d^2 \cdot 269}}$$

J es la intensidad en candelas. S la sensibilidad ISO correspondiente al número ASA. T es el tiempo de obturación que ‘para cine va a valer 1/50, d es la distancia del foco a la escena.

El número guía es el diafragma a una distancia de referencia que emplearemos después como unidad de medida, así que d en el ejemplo va a valer 1.

Luego nuestro número guía para ISO 100/21, t:1/50 y 1 metro es de:

$$f = \sqrt{\frac{125.000 \cdot 100}{1269 \cdot 50}} = 30'49$$

redondeando 30’49 tenemos: 30’49/22=1’39. 1’39 al cuadrado es 1’93. Estamos mas cerca del 2 que del 1’59. Así que 30’49, a efectos prácticos, equivale a f:32.

Ahora hacemos como antes cuando creíamos que empleabamos flashes:

La sombra es f:4, para conseguir un f:4 con un artefacto que da luz a guía 32 tenemos que colocarlo a 32/4=8 metros.

Por su parte la luz principal tenía que dar un f:6’93. Luego la distancia es: 32/6’93=4’6 metros.

III

Vamos a empezar a complicar las cosas. Tenemos una figura sobre un fondo. La figura se ilumina con dos luces, principal y relleno y el fondo con una bateria de focos independiente.

Las luces del fondo no iluminan la figura.

La luz ambiente antes de encender los focos no influye en la exposición (es mas de tres pasos menor que los valores que queremos emplear).

Por condicionantes de producción tenemos que iluminar el fondo con dos brutos de 9 luces PAR 64 de 125.000cd. Los brutos no se superponen, lo que significa que solo debemos considerar uno. Estamos en una producción cinematográfica, por lo que la obturación es de 1/50 y vamos a emplear película de ISO 100/21.

El jefe de eléctricos (si es que lo hay) ha colocado el bruto a 5 metros del fondo. Igual es que es el único sitio en que se podía poner, pero va a ser dificil moverlo y tenemos que dejarlo ahí.

Queremos una relación de luces m=4:1 en la figura y que el lado mas iluminado de ésta (lado en luz) esté en una relación 3:1 con el fondo.

Bien, comencemos: Tenemos 9 focos de 125.00 candelas. Esto equivale a un foco de 1.125.000. Veamos el diafragma que nos debería dar:

$$f = \sqrt{\frac{125.000 \cdot 9 \cdot 100}{5^2 \cdot 269 \cdot 50}} = 18'29$$

18’29 lo podemos redondear dividiendo entre 16 y elevándolo al cuadrado que nos da 1’3, lo que es algo mas de un tercio de paso pero bastante menos que un medio. Luego podemos aproximar el f a 16+1/3.

Así que la exposición para el fondo es de f:16+1/3.

Queremos que el lado claro esté a una relación de luces 3:1 por encima del fondo, luego la luz de relleno mas la principal debe ser mayor que el fondo en una relación 3:1. Esto es:

$$fp^2 + fr^2 = ff^2 \cdot m$$
$$fp^2 + fr^2 = 18'29^2 \cdot 3 = 31'68 =$$

La parte en luz recibe un diafragma f:32.

La relación de luces entre principal mas relleno y relleno es de m=4. Luego:

$$fp^2 + fr^2 = fr^2 \cdot m$$
$$fp^2 + fr^2 = fr^2 \cdot 4$$
$$fp^2 + fr^2 = 32^2$$
$$fr^2 \cdot 4 = 32^2 \rightarrow fr = \frac{32}{\sqrt{4}} = 16$$
$$fp = \sqrt{32^2 - 16^2} = 27'7 \approx 22 + 2/3$$

Luego debemos conseguir que el foco principal de un diafragma f:22+2/3 y el de relleno f:16.

Supongamos que para los actores tomamos luces PAR 64 de 250.000 cd. Entonces el guía de cada foco es de

$$G = \sqrt{\frac{250.000 \cdot 100}{1 \cdot 269 \cdot 50}} = 43$$

Luego la distancia para obtener un f:27’7 es de 43/27’7=1’55m Mientras que la luz de relleno que es un f:16 deberá estar a 43/16=2’7 metros.

La luz principal está solo a metro y medio. Quizás sea muy cerca. Para alejarla debemos aumentar su «potencia». Por ejemplo, vamos a poner dos focos en vez de uno. Como son dos focos iguales tenemos un número guía un paso mas alto, o sea 43 multiplicado por raiz de dos (1’41) lo que nos da un guía 60’8. Con este guía la distancia del foco principal al actor será de 60’8/27’7=2’2 metros.

Vamos a dejarlo así. Pero supongamos que no tenemos focos de 250.000 sino de 125.000. Vamos a hacer un foco principal con una luz de 250.000 cd y otra de 125.000.

Si nos vamos a la ecuación del número guía solo tenemos que colocar la suma de las intensidades y operar como ya hemos visto. Pero como sabemos los guias de los focos de 125 y de 250 por separado vamos a aprovecharlo. Los guías son al fin y al cabo diafragmas, luego se suman como tales.

El guía de 250 era 43, el de 125 30’5. Así que sumamos los cuadrados y obtenemos la raiz cuadrada, es de cir:52’8.

Los dos focos equivalen a uno de guía 52’8, así que la distancia para obtener un diafragma 27’7 es de:

D=52’8/27’7=2 metros.

Como se ve en la ecuación de la que hemos obtenido el número guía ya tenemos la distancia, luego realmente no necesitamos el guía y podemos evaluar la distancia de la siguiente forma:

$$d = \sqrt{\frac{j \cdot s \cdot t}{f^2 \cdot 269}}$$

Realmente, aunque podamos calcular la distancia de esa manera, el número guía caracteriza al foco de

una vez por todas. Con la ecuación anterior hemos de realizar una raíz cuadrada cada vez que queramos calcular la distancia, mientras que con el número guía solo tenemos que hacer una división.

IV

Tenemos un actor en condiciones similares a las anteriores. Una luz principal, una de relleno pero ahora hay una luz básica que es la misma que da en el fondo. La iluminación del fondo da un f:16. Queremos que el lado mas iluminado (lado en luz) del actor esté a una relación 3:1 con el fondo. Sea paso y dos tercios mayor.

IV-1

Podríamos emplear la misma luz de fondo como relleno y solo añadir un foco para luz principal. Esta luz sumada a la de fondo debería dar un f:22+2/3 (Exactamente 16+1'585). Vamos a calcularla de varias maneras:

-Sin calculadora, solo de cabeza:

Hay que subir una luz un paso y dos tercios. Si ponemos el foco principal a f:16 habremos subido la iluminación del área clara a f:22. Si ponemos el foco principal a f:22 subimos f:22+2/3.

Ha sido fácil porque los números se prestaban para ello. En el caso de las relaciones 3:1 siempre es así de sencillo: una luz general y otra el doble solo por un lado. Si la relación de luces que queríamos hubiera sido distinta de 3:1 quizás de cabeza no hubiéramos dado con la respuesta. En este caso podemos acotar los valores entre los que podemos situar la luz principal y actuar a sentimiento, corrigiendo después fotómetro en mano la distancia. Algo que, por otra parte, siempre debemos hacer.

Sumando diafragmas.

Queremos que el lado claro quede 1+2/3 por encima de f:16, o sea f:22+2/3, que es f:27'7.

La suma de f:16 y la luz principal debe dar f:27'7. Entonces f:27'7 menos f:16 debe ser la luz principal.

$$fp = \sqrt{27'7^2 - 16^2} = 22.6 \approx 22$$

3-Vamos a poner las luces:

1º Estamos rodando una película y tenemos un foco PAR 64 que da 400.000 cd.

El número guía será

$$G = \sqrt{\frac{400.000 \cdot 100}{1 \cdot 269 \cdot 50}} = 54'5$$

La distancia será 54'5/22 = 2'5m.

Podríamos haberlo calculado por la ecuación dada anteriormente que es la misma del número guía pero sustituyendo diafragma por distancia. En este caso tenemos la distancia directamente. Pero solo nos sirve para esta ocasión:

$$d = \sqrt{\frac{j \cdot s \cdot t}{f^2 \cdot 269}} = \sqrt{\frac{400.000 \cdot 100}{22^2 \cdot 269 \cdot 50}} = 2'5m$$

2º El problema se ha dado en una fotografía. Lo que tenemos son flashes. Las indicaciones del fabricante dicen que el flash con eses determinado reflector que le hemos puesto da un diafragma de f:64 a 1'7 metros.

Eso es un número guía, pero mide la distancia de 1'7 en 1'7 metros. En el caso en que nos den los datos de esta manera, el número guía en metros es el diafragma ofrecido multiplicado por la distancia de

referencia dada.

Osea que el guía en metros es: G=64x1’7=108’8.

Asi que para conseguir un f:22 tenemos una distancia de: d=108’8/22=5 metros.

3º Nuevamente el problema es fotográfico, usamos flash, pero un flash de ventana cuadrado de 1’5 metros de lado. Hemos medido el diafragma a 1’5 m del centro y nos da un f:45.

Aquí podemos emplear las ideas sobre el número guía reducido que ya se comentaron anteriormente. De hecho ya hemos empezado a usarlas porque hemos tomado como distancia de referencia el lado de la ventana.

El guía reducido es el f calculado multiplicado por tamaño del lado, osea 45x1’5 que da 67’5.

Con estos datos determinamos que la distancia a la que podemos colocar el flash es de: 67’5/22= 3 metros.

Ahora hay que hacer una comprobación: el procedimiento seguido divide el espacio delante del flash en tres zonas: desde la superficie de la ventana a una distancia igual al lado. De este punto a 1’5 veces el lado. Y de este a infinito.

La escena está a 3m del flash. 1’5 veces el lado es 1’5x1’5=2’25m. Luego estamos en la zona lejana. En esta zona hay que corregir la abertura abriendo un tercio de paso. Luego el flash, realmente nos da 1/3 mas.

Así que hay que volver a calcular la posición, pero en esta ocasión dando el tercio que queremos. Así que buscamos un diafragma de ff:22+1/3. Esto es un diafragma 25 (22 multiplicado por la raíz de 1’26). Para este diafragma la distancia es de: 67’5/25=2’7.

La distancia es de 2’7 metros. Que sigue quedando en la zona mas lejana. Luego ahora los cálculos si son correctos.

Si hubiera dado una distancia de la segunda zona (entre 1’5 y 2’25m) tendríamos 1/3 mas de luz y habría que volver a calcular con algún punto intermedio entre f:22 y f:22+1/3. Lo mejor en este caso sería coger las curvas de las ventanas y corregir según ellas. O mejor aún con el fotómetro.

Si la distancia hubiera sido menor de 1’5 metros no hubieran servido de nada los cálculos y habría que tomar la curva de la ventana para la zona cercana y mirar que distancia nos pide para bajar de f:45 (f de referencia medido a una distancia igual al lado) al f:22 que queremos (que serían 0’46 veces el lado, o sea a 0’7 metros).

Luego colocamos el flash de ventana a 2’7 metros.

4- Ajustemos la cámara

Tenemos por unlado f:16, por otro f:22+2/3.

Podemos ajustar el diafragma entre estos dos valores según queramos dejar los tonos en la foto.

Sobre este tema no se pueden dar reglas. Depende de la intención de cada uno. ¿Aspecto sombrio a un retrato? Da el diafragma para la parte mas iluminada, así esta será gris medio y la sombra mucho mas oscura. Un aspecto medio, pon el diafragma a f:22+2/3, que esta a medio camino

IV-2

Vamos a añadir una luz de relleno. Ahora tenemos por un lado del actor luz principal más relleno más fondo, por el otro lado luz de relleno más fondo y detrás solo luz de fondo.

Estas situaciones empiezan a complicar la escena. Primero debemos estudiar que es más conveniente, si comenzar por iluminar el fondo y después añadir las luces de modelado o al contrario. Si nos pasamos con el fondo necesitaremos mucha luz de modelado. Si nos quedamos corto necesitaremos menos. Si comenzamos por el modelado puede suceder que el fondo requiera muy poca luz. En principio buscamos trabajar con poca luz. Así reducimos los gastos y complicamos menos el trabajo (menos apoyos, menos cables, menos electricidad...) por lo que puede parecer que esta forma, primero mode-

lado, depués fondo, sea mas indicada, pero puede suceder que necesitemos poca luz de fondo y no sea posible dar tan poca. Aunque parezca lo contrario añadir luz es problema de presupuesto, disminuirla es mas dificil. No siempre se puede disminuir la luz como queremos. La opción más efectiva es alejar los focos, pero no siempre hay sitio.

Mi recomendación personal, para no liarse mucho con las fórmulas y los números es actuar en tres etapas antes de ponerse a encender luces. En la primera establecemos la situación que tenemos. Si hay condiciones ambientales las anotamos. Medimos la luz existente y los diafragmas que tenemos en la escena antes de añadir nuestras luces. Dibujamos un esquema de la escena con las luces que hay y sus relaciones más importantes. Dibujamos otro esquema similar pero en el que establecemos las relaciones que queremos.

En la segunda etapa escribimos las luces que vamos a añadir y las nombramos, dejando claro en que zonas se van a sumar.

En la tercera etapa sumamos las luces que vamos conociendo. No nos interesa por ahora determinar los valores concretos de cada foco, el diafragma que van a dar, sino solo los diafragmas que vamos obteniendo es escena.

A partir de estos valores vamos despejando en las sumas y obteniendo los valores concretos.

La ventaja de encontrar primero los valores de luz en escena, o sea los diafragmas que vamos a conseguir sobre calcular directamente los diafragmas ofrecidos por cada foco está en un menor número de cálculos, además de ser más simples. No debemos olvidar que trabajando solo con relaciones de luces y diafragmas lo mas complicado que vamos a calcular es una raiz cuadrada.

Podemos tener restricciones de diafragma o no. Supongamos que queremos emplear un f:5'6. Actor a 4:1 por encima del fondo. Ahora hay que tener cuidado: si la luz de fondo da al actor la máxima relación de luces que podemos conseguir en el actor es la que hay entre el y el fondo. Si el lado oscuro del actor es como poco igual al fondo no se puede hacer que la relación entre claro y oscuro sea mayor que la de claro y fondo.

Así que como actor-fondo es 4:1 vamos a poner claro-oscuro en actor a 3:1. Esto es lo que queremos. Partimos de una situación de estudio, sin condiciones ambientales.

Comencemos: el actor debe tener una relación de luces 3:1 que se consigue con la luz principal, relleno y fondo por un lado y con el relleno y fondo por otro. Además en el centro de estas dos luces debe haber un diafragma de 5'6. De manera que el lado claro (principal mas relleno mas fondo) debe quedar a una relación de luces ¿1'5:1? sobre 5'6, ¡NO!, el punto medio de luces no está a la mitad del recorrido, o al menos no a la mitad *aritmética*, sino a la mitad *geométrica*. Osea que el punto medio en relación de luces está a la raiz cuadrada del producto de la fracción. Como tenemos 3:1 será la raiz cuadrada de 3 por 1^{16} que es 1'7. Así que buscamos el diafragma mayor que 5'6 en una relación de luces 1'7:1. En pasos sería el logaritmo en base dos de 1'7 divido por dos.

$$n = \frac{\log_2(1'7)}{2} = 1'66 \cdot \log(1'7) = 0'4 \approx 1/2 \text{ paso}$$

Para calcular el diafragma de la parte iluminada podemos hacer dos cosas: multiplicar 5'6 (diafragma inferior) por la raiz cuadrada de 1'7 (relación de luces) o bien multiplicar 5'6 por dos elevado a 0'4:

$$fp \oplus fr \oplus ff = 5'6 \cdot \sqrt{1'7} = 7'3$$

Antes hemos calculado tanto la relación de luces como el número de pasos. Realmente solo necesitamos uno de estos dos números. Solo hay que tener en cuenta que al trabajar con relación de luces lo más complicado de calcular va a ser una raiz cuadrada mientras que si vamos trabajar con pasos necesitaremos operar con logaritmos en base dos. (Hay que recordar que el logaritmo en base dos de un número es 3'322 multiplicado por el logaritmo en base diez, el que viene en las calculadoras).

En la cuenta anterior hemos calculado el diafragma necesario para el lado mas claro del actor. Que es la suma de la luz principal mas la de relleno mas la de fondo. Vamos a seguir calculando todos los diafragmas de esta manera. Es decir, los totales que vemos, no los parciales que ofrece cada foco independientemente.

Otra cosa que nos conviene es emplear los números de los diafragmas tal y como vienen en los cálculos, sin redondearlos a un número mas conocido. Por eso dejamos 7'3 y no redondeamos a 7 que sería el usual. El redondeo lo dejamos para el final. De esta manera cometemos menos errores en los cálculos.

Vámonos al lado oscuro del actor. Sabemos que el lado oscuro está a 1:3 (¡OJO! 1:3 no 3:1 ya que es el lado oscuro) del lado claro. Luego el diafragma que tenemos ahí es del lado claro (7'3) pero con una relación de luces 1:3. Como sabemos esta relación es 1'585 pasos menos, o sea 1 paso y 2/3. También podemos calcular este diafragma diciendo que está a una relación de luces 1:1'7 de 5'6.

Vamos a quedarnos con la relación 1:3. El diafragma de la parte oscura, esto es el que da la luz de relleno mas la de fondo es:

$$fr \oplus ff = 7'3 \cdot \sqrt{1/3} = 4'2$$

El fondo está a una relación de luces 1:4 con la parte más clara. Así que el diafragma del fondo será 6'28 (el de la parte clara) multiplicado por la raíz cuadrada de 4 que es la relación de luces. Insisto en que debemos cuidar que la relación que haya entre claro y fondo no sea menor que la que debe haber entre claro y oscuro del actor.

$$ff = 7'3 \cdot \sqrt{1/4} = 3'6$$

Ya hemos llegado a la segunda fase: sabemos los diafragmas que vamos a obtener en escena cuando coloquemos las luces:

Lado claro del actor: f:7'3.

Lado oscuro del actor: f:4'2.

Fondo: f:3'6.

Ahora solo queda determinar los diafragmas que han de dar cada foco para obtener estos resultados.

Empezamos por las relaciones que incluyan menos luces, en este caso el fondo solo recibe una luz que es un diafragma 3'6. Ahora si que redondeamos el número, Si lo dividimos por 2'8 y lo elevamos al cuadrado obtenemos 1'7. Osea que prácticamente es 2/3 de aso por encima de 2'8. Luego ajustamos el foco del fondo a 2'8+2/3 (3'6).

Fondo mas relleno son 4'2 y fondo es 3'6. Así que el relleno será la diferencia de diafragmas entre 4'2 y 3'6.

$$fr \oplus 3'6 = 4'2 \rightarrow fr^2 + 3'6^2 = 4'2^2 \rightarrow fr = \sqrt{4'2^2 - 3'6^2} = 2$$

Luego la luz de relleno debe dar un diafragma 2'2.

En la cuenta que acabamos de hacer aparece una raiz cuadrada con una resta. Aquí hay que tener mucho cuidado porque si la resta saliera negativa no se podría hacer la raiz cuadrada. Al menos no habría una solución real y con esto nos basta. Si la resta sale negativa significa que: o nos hemos equivocado tomando el sentido de las relaciones de luz (por ejemplo hemos puesto 3:1 en vez de 1:3) o, lo mas probable, hemos sido muy optimistas al evaluar nuestras pretensiones. Es decir que no podemos obtener las relaciones de luces que hemos dicho en un principio. Este ejemplo que estamos empleando es simple, solo hay tres luces y ya se ha advertido que no hay que cuidar las relaciones de luz existentes. Que de fondo a luz tiene que haber lo mismo que de fondo a oscuro mas de oscuro a luz. Pero en este

caso solo tenemos tres luces y es fácil ver como tienen que ser las cantidades y como se restringen entre ellas, pero en una escena mas complicada quizás queramos poner una relación de luz entre dos puntos queno respeta el resto de las relaciones existentes. Esto es de lo que nos informa la diferencia negativa.

Así, si bajo la raíz cuadrada obtenemos un número negativo significa por lo general que los supuestos que hemos hecho al principio del problema son falsos. Es decir, que no podemos iluminar la escena para dejarla con las relaciones que hemos puesto en un principio.

Caso de suceder esto debemos revisar lo que queremos y alterarlo. Por ejemplo cambiando la relación entre alguna luz y el fondo. El contraste total va a estar determinado por la iluminación del fondo mas claro que haya y el fondo más oscuro. Entre estos dos valores se meterán los demás correspondientes a los contraste que queremos en las figuras pero no podemos salirnos del margen máximo dado por esos extremos. El próximo problema analiza una situación con varios fondos.

El lado claro recibe principal mas relleno mas fondo. Relleno mas fondo es lo que hay en el lado oscuro f:4’2. De manera que tenemos:

$$fp \oplus fr \oplus ff = fp \oplus 4'2 = 7'3 \rightarrow fp^2 + 4'2^2 = 7'3^2 \rightarrow fp =$$

Luego las luces que vamos a colocar son:

Foco principal: f:5’9

Foco de relleno: f: 2’2

Foco de fondo: f: 3’6.

Como se ha visto el proceso de calculo comienza por analizar lo que tenemos, lo que queremos y calcular los diafragmas de cada zona en completo. Una vez hecho esto vamos calculando foco a foco empezando por aquellas posiciones en las que intervienen menos luces, ya que nos dan la clave para calcular las demás.

-Distancias de las luces:

Vamos a emplear para el fondo dos flashes con reflectores angulares que dan, cada uno un f:50 a 1’2 metros. El guía que queremos por tanto es G=50x1’2=60.

El fondo debe dar un diafragma 3’6. Así que la distancia será: d=G/f=60/3’6=17 metros. Cada foco se coloca de modo que no se superpongan. Si estimamos que la distancia es muy grande podemos reducir la potencia del flash, por ejemplo colocando la a un cuarto. En este caso el guía es dos pasos mas bajo (se multiplica 60 por la raíz cuadrada de un cuarto) que resulta ser 30 (siempre que subamos o bajemos dos pasos el número f se hace bien doble, bien mitad). Para un guía 30 la distancia es de:8’3 metros.

Si fuera una producción cinematográfica habría que operar de forma similar. Colocamos un bruto de G =90 (9 lámparas PAR64 de 1000w y 125.000 candelas). D=G/f=90/3’6=25m

El foco de relleno debe dar un f:2’2.

En fotografía: Ya sabemos como encontrar la distancia a partir del número guía (diafragma de referencia) y el diafragma que queremos. Vamos a suponer, por variar algo, que en este caso tenemos una restricción de tamaño, solo disponemos de dos metros para colocar las luces principal y de relleno.

Así que lo que nos interesa es ver cual va a ser el número guía a emplear. Para ello vamos a suponer que ponemos las luces a la máxima distancia posible, dos metros. Ahora el número guía será G=fxd=2’2x2=4’4. Un guía de solo 4’4. Podríamos emplear filtros degradados pero afectarían a la luz de fondo. Además alterarían los valores que hemos determinado que necesitamos elevando la iluminación exageradamente (en el presente caso deberíamos emplear un filtro de densidad 2 lo que eleva la iluminación a 6 pasos y dos tercios por encima de la que tenemos).

Hay que obtener un guía 4’4. Podemos rebotar la luz, peor entonces se dispersaría y no tendríamos control sobre los contrastes. Podríamos buscar el flash de menor potencia. Por ejemplo poner a un

cuarto o uno que tuviera un control de potencia de hasta un 16. En este caso estaríamos cerrando 4 pasos. Si colocamos un difusor cuadrado (cosa que podemos hacer en la luz de relleno por que debe abarcar mas espacio) podríamos tener casi dos pasos menos de luz que sin difusor (esto depende de cada difusor). Supongamos que podemos limitar la potencia a 1/8 (tres pasos) y que el difusor de 0'5 m nos da dos pasos menos de luz, entonces estamos disminuyendo la potencia luminosa en efectiva e 5 pasos. Si tenemos el flash anterior de guía 60 el nuevo guía a 1 metro sería: 10'6. Pero este guía sería si el foco fuera puntual. Vamos a coger las curvas de flashes cuadrados. Vemos que para un flash de 0'5 metros la exposición cae 2 pasos en dos metros. Así que tenemos realmente dos pasos menos que 10'6. Osea 10'6 multiplicado por la raíz cuadrada de 1/4=5'3. Casi, queremos un 4'4, nos sobra medio paso ¿Admitimos el error?, podemos aún colocar un segundo reflector, por ejemplo un trapo blanco como una sábana. De todas maneras esto es solo un cálculo en el que no intervienen para nada las luces parásitas ni los rebotes, de manera que es imprescindible echar mano de fotómetro y verificar que las luces son como queremos.

La luz principal deber ser un f:5'9 y tenemos 2 metros de espacio. Volvemos a lo mismo, podemos emplear un flash similar al anterior pero colocado a 1'5 metros o directamente emplear un flash de poca potencia (que de hecho sería la mejor opción), por ejemplo un flash de guía 32 (uno portatil) y rebajado en potencia y con el dosificador de potencia a 1/4.

V

Vamos con un caso mas complicado. Tenemos una escena en una localización, con sus luces que debemos respetar en la medida de lo necesario. Una figura junto a una ventana en una cafetería deja ver la calle (f:22) mientras que su lado que da a la ventana mide un f:5'6, el que da al local un f:2'8 y el interior que se puede ver tras la figura tiene un f:2.

El contraste total es el que hay entre el local al fondo y la calle, osea de f:22 a f:2 que son 7 pasos. Una exageración ya que queremos dejarlo en bastante menos.

Vamos a ver los contrastes que queremos: De la calle al local (contraste máximo) queremos 4 pasos (y tenemos 7). De la calle al lado mas claro del actor una relación de pasos de 1'5:1 (la calle mas clara). En el actor un contraste entre sus dos lados de 3:1. (lado claro 3 lado oscuro 1).

Esto significa que los diafragmas a obtener son:

Lado claro del actor: 1:1'5 bajo la calle. Como la calle es f:22 hay que multiplicar 22 por la raiz cuadrada de uno partido por 1'5 (ya que el diafragma del actor debe ser menor). Y esto da f:18.

$$fclaro = 22\sqrt{\frac{1}{1'5}} = 18$$

Lado oscuro del actor: 1:3 respecto del lado claro:

$$foscuro = 18\sqrt{\frac{1}{3}} = 11$$

$$flocal = 22\sqrt{\frac{1}{16}} = 5'6$$

Por su parte le local que da 4 pasos por debajo de f:22 osea f:5'6.

La calle recibe luz solo de la calle. Vemos a llamarla C.

El lado claro recibe la luz de la calle pero en una cantidad diferente de C. Vamos a llamar a esta luz de fondo 1 (F1). El lado oscuro recibe una luz que llamaremos luz de fondo 2 (F2).

El local se puede ver ya que hay una luz de fondo 3 (F3).

Además de estas luces ambientales y propias del lugar vamos a añadir una luz principal (P) al actor, por el lado de la calle y otra de relleno por el lado del local. Para poder alterar el fondo vamos a añadir un foco de fondo que llamaremos F4.

Bien comencemos:

El lado claro del actor es principal mas relleno mas fondo 1 y debe ser un f:18.

El lado oscuro es luz de relleno mas F2 y debe ser un f:11.

El fondo del local se ilumina con F3 mas la luz de fondo que pongamos F4 que da un f:5’6.

$$ff\,3 \oplus ff\,4 = 5'6$$
$$ff\,3^2 + ff\,4^2 = 5'6^2$$
$$ff\,3 = 2$$
$$ff\,4 = \sqrt{5'6^2 - 2^2} = 5'23$$

Así que la luz que vamos añadir al fondo debe dar un f:5’23 que es f:4+2/3. Como se ve es casi la luz que queremos, lo que significa que al sumarse el foco de 5’6 y la luz ambiente de f:2, esta es demasiado pequeña para intervenir en la exposición.

Ahora vamos con la parte oscura del actor que recibe relleno y fondo 2.

$$R \oplus ff\,2 = 11$$
$$R^2 + ff\,2^2 = 11^2$$
$$ff\,2 = 2'8$$
$$R = \sqrt{11^2 - 2'8^2} = 10'63$$

Y el lado claro queda:

$$P \oplus R \oplus ff\,1 = 18$$
$$P^2 + R^2 + ff\,1^2 = 18^2$$
$$ff\,1 = 5'6$$
$$R = 10'63$$
$$P = \sqrt{18^2 - 5'6^2 - 10'63^2} = 13'4$$

Luego los focos a añadir son:

Principal, del lado de la calle y apuntando hacia el actor: f:13’4 (11+1/2).

Relleno, que cae sobre todo el actor: f:10’63 (8+2/3).

Fondo, sobre la parte del fondo del local: f:5’23 (4+2/3).

APENDICES

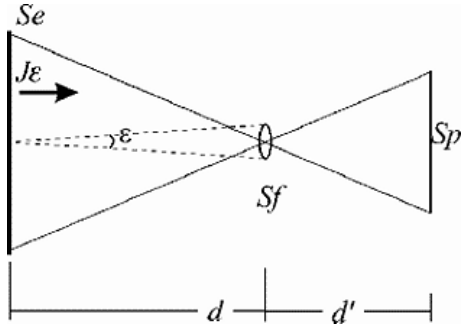
APÉNDICE A

Sobre el diafragma

<u>Iluminación en el interior de una cámara oscura</u>

Vamos a calcular la iluminación (en lux) en el interior de la cámara:

Tenemos una fuente luminosa de superficie Se a una distancia d del objetivo cuya distancia a la imagen es D. Si llamamos Je a la intensidad luminosa emitida por un elemento emisor de la superficie en un ángulo sólido e, Sf a la superficie de la ventana de luz (el diafragma o el estenopo) y Sp a la superficie de la imagen tenemos:



Por semejanza de triángulos:

$$\frac{S_e}{d^2} = \frac{S_p}{D^2}$$

$$\frac{1}{d^2} = \frac{S_p}{D^2 \cdot S_e}$$

La definición de iluminación (lux) es el flujo (fi, lúmenes) dividido por la superficie de la imagen.

$$E_p = \frac{\varphi}{S_p} = \frac{J_\varepsilon \cdot \varepsilon}{S_p}$$

Teniendo en cuenta que el ángulo sólido épsilon abarcado por un elemento emisor es la superficie del estenopo (o del diafragma) dividido entre el cuadrado de la distancia del emisor al orificio:

$$\varepsilon = \frac{S_f}{d^2}$$

Y además recordando que el brillo es la intensidad luminosa emitida por la superficie emisora $B = \frac{J_\varepsilon}{d^2}$

tenemos:

$$E_p = B \cdot \frac{S_f}{D^2}$$

Si ponemos un diafragma circular:

$$E_p = \frac{\pi}{4} \cdot B \cdot \frac{\varnothing^2}{D^2}$$

Si enfocamos a infinito entonces la distancia del objetivo a la imagen (D) es la distancia focal del objetivo (F)[17]:

$$E_p = \frac{\pi}{4} \cdot B \cdot \left(\frac{\varnothing}{F}\right)^2$$

Esta función implica tres cosas:

1º Como se puede observar la fracción diámetro/focal controla la cantidad de luz que llega a la película. Esta fracción es siempre la misma para una cantidad luz igual. Así este valor es capaz de identificar la luminosidad del objetivo. Sin embargo el número que empleamos no es este, sino su inversa a la que llamamos número f o diafragma:

$$E_p = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{B}{f^2}$$

2º El número f es en realidad la distancia del punto de entrada de la luz a la película dividido entre el diametro de la abertura en este punto (situado en el plano donde se encuentra el centro óptico de la lente). Esta distancia es la distancia focal cuando se enfoca a infinito pero a otras distancias de enfoque será distinta. Esto significa que un objetivo tiene diferentes números f según se enfoque, lo que supone que la abertura que nos indica la rueda de diafragma siempe será mas abierta que la real.

Es decir:

-A un mismo número f corresponde siempre una misma cantidad de luz en cámara aun en distintos objetivos.

-Para un mismo objetivo y con un número f ajustado la iluminación en la cámara varía con la distancia de enfoque.

3º La iluminación en el interior de la cámara depende del brillo de la escena, no de la iluminación que cae sobre ella. Por esto la exposición a ajustar en cámara será la misma a un metro que a dos no

teniendo que aplicar la ley de inversa de los cuadrados de la distancia por alejarnos de la fuente.

De hecho la luminosidad de un objetivo se da con mayor propiedad mediante dos números: el f que se obtiene dividiendo la distancia focal entre el diametro y el número t que tiene en cuenta las pérdidas de iluminación por reflexiones internas y por el efecto de distancia mencionado. Este número t se obtiene midiendo en un laboratorio la luz que llega a la cámara. En los objetivos de buena factura la diferencia entre f y t suele ser menor de 1/3 de paso.

Número f y relación de luces:

Tenemos dos objetivos iguales con diferente diafragma ajustado y enfocados a la misma distancia. La iluminación de cada imagen será la dada anteriormente y la relación de luces entre ambas imágenes es:

$$m = \frac{E_1}{E_2} = \frac{f_2^{\,2}}{f_1^{\,2}}$$

$$f_2 = f_1 \cdot \sqrt{m}$$

$$f_2 = f_1 \cdot 2^{\frac{n}{2}}$$

Es decir, que el diafragma siguiente a uno dado será el primero multiplicado por la raiz cuadrada de la relación de “luces” de ambas exposiciones. La última función es la misma pero dependiendo del número de pasos de diferencia entre f1 y f2. n es positivo si f2 es mayor que f1 (menos exposición) y negativo en caso contrario.

Si partimos de un número f de valor 1 la serie por pasos será la conocida de 1’4, 2, 2’8 ...

APENDICE B

Corrección de la exposición en distancias cortas y en fotografía no macro.

De lo dicho anteriormente sobre la definición del número f deducíamos que la luminosidad del objetivo varía con la distancia de enfoque. Este hecho es bastante conocido en macrofotografía en la que, al realizar estiramientos del objetivo (mediante fuelles o anillas de extensión)se calcula un índice de reproducción y un factor de fuelle para compensar la pérdida de luz. A menudo se oye decir que esta compensación es necesaria debido a la pérdida de luz por la absorción interior. Esto es una de las causas, pero como ya hemos visto la pérdida de luminosidad es intrínseca al proceso físico de transmisión.

El factor de fuelle se calcula a partir de la relación de ampliación: dividiendo el tamaño dela imagen entre el tamaño del objeto. Cuando trabajamos con cámaras cuyo enfoque se realiza por desplazamiento del objetivo (las cámaras de cuerpo rígido) y sin estiramientos (esto es, no empleamos ni fuelles de extensión ni anillas) también se producen pérdidas. Estas serán mas apreciables en el enfoque a corta distancia. No se trata de macro fotografía, sino de enfoque corto.

Doy a continuación un procedimiento de cálculo para la caída de exposición en cámaras de cuerpo rígido y sin factores de fuelle.

Partimos del enfoque a infinito. Vamos a medir la distancia de la punta del objetivo (por ejemplo el extremo de la anilla de filtros) a un punto fijo de la cámara. Por ejemplo la distancia a cuerpo. Al enfocar el barrilete delas lentes sobresaldrá del objetivo y es muy importante que este desplazamiento se haga en la dirección en la que hemos medido. Esto es, no vamos a medir desde el frente del objetivo a una esquina de la cámara sino al cuerpo, o mejor aun al barrilete fijo del objetivo.

Al enfocar esta distancia se modifica. Si llamamos dinf a la distancia que hemos medido cuando enfocamos a infinito y d1 a la distancia medida a otro enfoque queda claro que el objetivo se habrá alejado una distancia delta que es dinf-d1

$$\delta = d_{\infty} - d_1$$

La distancia del objetivo a la película cuando se enfoca a infinito es la distancia focal F. Pero a otro enfoque, puesto que el objetivo se ha desplazado delta milímetros hacia afuera la nueva distancia objetivo-película será la focal mas delta:

$$d_{\infty} = F$$
$$d_1 = F + \delta$$

La función de iluminación en cámara podemos simplificarla, para una abertura de diafragma dado de la siguiente manera:

$$E = \frac{R}{d^2}$$

Donde R incluye el brillo de la escena, el cuadrado del diámetro y las constantes de forma del diafragma. En el caso que nos interesa tenemos que para infinito y a otra distancia las iluminaciones de la cámara serán:

$$E_{\infty} = \frac{R}{d_{\infty}^2}, , E_1 = \frac{R}{d_1^2} \Rightarrow \frac{E_{\infty}}{E_1} = \left(\frac{F+\delta}{F}\right)^2 = \left(1+\frac{\delta}{F}\right)^2$$

Ahora bien, la relación luces, llevada a número de pasos será:

$$\frac{E_{\infty}}{E_1} = 2^n = \left(1+\frac{\delta}{F}\right)^2 \Rightarrow 2^{\frac{n}{2}} = 1+\frac{\delta}{F}$$

Ahora parémonos por un instante: delta partido por F es la proporción que sobre sale el barrilete del objetivo sobre la distancia focal del mismo. Es decir el tanto por uno en que sobresale.

Supongamos queremos saber cuanto debe salir el barrilete para una caida de un tercio de paso en la exposición: para ello elevamos dos a un sexto (un tercio partido por dos). El resultado es el valor de relación de luces de 1/6 de paso: 1’122, la relación 1:1’22 es la correspondiente a dos luces separadas por un sexto de paso. Bien, esto significa que lo que hay entre paréntesis, uno mas la proporción sale/focal es la relación de luces de mitad de pasos. Es mas, si quitamos el uno, la proporción nos dice diréctamente los porcentajes correspondientes a las relaciones de luces pero para el doble de pasos. Por ejemplo, si queremos saber cuanto debe sobresalir el objetivo para estar perdiendo dos tercios de paso elevamos dos a dos tercios y calculamos su raíz cuadrada (o lo que es lo mismo elevamos dos a dos

sextos, esto es dos a un tercio) y el resultado es 1’2599. Como sabemos dos luces difieren en un tercio de paso cuando una de ellas es mayor en un 26% que la otra (es decir, la relación es 1:1’26).

Esto significa que podemos estimar la pérdida de exposición simplemente a través de la proporción en que sale el barrilete sobre la distancia focal.

Para ello calculamos esta proporción, como ya se ha dicho, dividiendo el número de milímetros que ha sobresalido el barrilete desde la posición de enfoque a infinito entre la focal del objetivo. Este número es la mitad de la relación de luces que hay entre ambos enfoques.

La tabla enumera las relaciones mas habituales:

Pasos de pérdida	Relación de luces	Proporción sale/focal
1/6	1:1’12	0’06
1/4	1:1’19	0’09
1/3	1:1’26	0’12
1/2	1:1’41	0’19
2/3	1:1’59	0’26
3/4	1:1’68	0’3
5/6	1:1’78	0’34
1	1:2	0’41

Vamos a calcular la distancia que sobre sale el barrilete para un error máximo de 1/3 de paso:

Focal	Distancia
21	2’6
24	2’9
28	3’4
35	4’3
45	5’5
50	6’1
55	6’7
65	8
75	9’2
80	9’8
90	11
105	12’8
135	16’5
150	18’4
165	20’2
180	22
200	25
210	25’7

Si el barrilete sale menos de estas distancias podemos confiar en que el error de exposición estará por debajo de 1/3 de paso.

Ahora veamos cual es el la luminosidad real que estamos empleando:

Como sabemos entre dos luminosidades (números f) que difieren en n pasos la relación de luces (en cámara sin tener en cuenta las pérdidas por absorción y reflejos) es el cuadrado de la relación de números f. Esto es, el f siguiente en n pasos a otro f dado vale:

$$f_2 = f_1 \cdot \sqrt{m}$$

$$f_2 = f_1 \cdot 2^{\frac{n}{2}}$$

De la deducción sobre el alejamiento del objetivo tenemos:

$$\frac{E_\infty}{E_1} = \left(1 + \frac{\delta}{F}\right)^2 \Rightarrow \sqrt{\frac{E_\infty}{E_1}} = 1 + \frac{\delta}{F}$$

Luego llamando f al diafragma marcado por el anillo de diafragmas (el que esperamos que se ajuste) y f' al número f real tendremos entre ambos:

$$f' = f \cdot \sqrt{m} = f \cdot \left(1 + \frac{\delta}{F}\right)$$

Con lo que el diafragma que en realidad usamos se puede calcular multiplicando el que creemos que tenemos (el que marca la anilla) por el factor de reducción uno más proporción.

Así, si tenemos un objetivo de 50mm abierto a 1'4 que sobresale 6'1 mm (un tercio según la tabla) el diafragma realmente empleado es :

$$f' = 1'4 \cdot \left(1 + \frac{6'1}{50}\right) = 1'6$$

Un ejemplo real:

Mi Nikkor 105/2'5 cuando se enfoca a su distancia mínima de 1m desplaza el barrilete de lentes 6'5mm. Esto supone que a plena abertura el objetivo no trabaja a f:2'5 sino a:

$$f' = 2'5 \cdot \left(1 + \frac{6'5}{105}\right) = 2'7$$

Lo que significa que la pérdida de exposición debida al enfoque es de:

$$2^n = \left(1 + \frac{\delta}{F}\right)^2 \Rightarrow n = 2 \cdot \log_2\left(1 + \frac{\delta}{F}\right) = 2 \cdot 3'322 \cdot \log\left(1 + \frac{6}{1}\right.$$

Que es casi un sexto paso.

APENDICE C

Tiempo de exposición para un móvil

-Vamos a fotografiar un móvil que se desplaza a una velocidad de v km/h a una distancia l de un objetivo de distancia focal F.

-t es el tiempo de obturación.

-En un intervalo de tiempo de valor t el móvil se desplaza una distancia d en la escena. Vamos a intentar que el desplazamiento de la imagen del móvil sea inferior al diámetro del círculo de confusión (d').

-Vamos a llamar v' a la velocidad de la imagen.

Es decir:

$$v = \frac{d}{t}, , v' = \frac{d'}{t}$$

Teniendo en cuenta la semejanza de triángulos y los índices de ampliación:

$$\frac{d'}{d} = \frac{l'}{l}$$

$$t = \frac{d' \cdot l}{v \cdot l'}$$

La ley de Gauss de las lentes dice:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{l} + \frac{1}{l'} \longrightarrow l' = \frac{F \cdot l}{l - F}$$

$$t = \frac{d' - l}{v - l'} = \frac{d' \cdot l - d' \cdot F}{F \cdot l'}$$

$$t = \frac{d' \cdot l}{F \cdot v} - \frac{d' \cdot F}{F \cdot v}$$

Esta última función indica el tiempo de obturación. Vamos a añadir la conversión de unidades. Los kilómetros por hora a metros por segundo, los milímetros de la focal a metros:

$$t = \frac{d' \cdot l}{v \cdot \frac{1000}{3600} \cdot F \cdot 10^{-3}} - \frac{d'}{v \cdot \frac{1000}{3600}}$$

El segundo término de la suma es del orden de 200 veces mas pequeño que el primero por lo que podemos despreciarlo. El error cometido al obrar así es inferior al 5% en los casos mas habituales y menor que el 7% para un caso de uso extremo en fotografía (objetivo de 300mm con un formula 1 a 300m y a 300km/h). Por lo que podemos simplificarlo en:

$$t = \frac{0'9 \cdot l}{v \cdot F}$$

Donde v va en kilómetros por hora, l en metros y F en milímetros. t se dá en segundos.

Existe una regla para este tipo de exposición que se debe a H. Craeybeckx. Esta se reduce a:

$$t = \frac{l}{500 \cdot v} \cdot \alpha$$

Que como se ve es independiente de la focal, si bien coincide con el desarrollo anterior cuando el para un objetivo de 50mm. El número alfa es puede valer 1, 2 o 4 según el móvil se desplace de perfil a la cámara, de tres cuartos (en diagonal) o de frente (en dirección a la cámara.

Apéndice D

Reflexiones de algunos materiales

Fuente: R.G.Weigel. “Luminotecnia sus principios y aplicaciones”. ed. Gustavo Gili. Barcelona.1966.

Material	Reflectancia	Poder difusor
Acero brillante	55-60	-
Alabastro	50-65	75-90
Aluminio pulido	65-75	-
Aluminio mate	55-60	-
Aluminio en hojas	80-85	-
Espejo de aluminio	85-90	-
Baldosas blancas	60-75	80-90*
Blanco de plomo	80-85	75-85
Celona esmerilada	10-20	5-10
Celona opalina	35-55	80-85
Cromo mate	40-45	-
Cromo pulido	60-65	-
Espejo de cromo	65-70	-
Esmalte blanco	65-75	85-90*
Hojalata	65-70	-
Latón mate	50-55	-
Latón pulido	60-62	-
Mármol jaspeado	30-45	70-90
Mármol natural (3-5mm)	45-65	75-90
Níquel mate	45-55	-
Níquel pulido	55-60	-
Espejo de níquel	60-65	-
Papel blanco de dibujo	70-75	70-80
Papel translúcido para pantallas	20-50	30-75
Plata pulida	85-92	-
Espejo de plata	90-94	-
Espejo de cristal con fondo de plata	75-90	-

El asterisco indica una reflexión regular (dirigida) de forma que cuando la luz cae perpendicularmente viene a valer un 4% mientras que para ángulos menores toma valores grandes.

El poder difusor es la relación existente entre el valor medio a 20º y 70º con el de 0º. Cuando el material es muy regular se emplea el brillo a 5º en lugar del de 0º.

$$\sigma = \frac{B_{70} - B_{20}}{2 \cdot B_0}$$

$$\varphi_o = \varphi_i \cdot e^{-\alpha_1 \cdot d}$$

$$\varphi_o = \varphi_i \cdot \tau^d$$

Flujo saliente de un difusor. En el primer caso solo estamos considerando el flujo que llega a la superficie de salida después de haber descontado el reflejado a la entrada, es decir solo es el flujo absorbido..

La segunda ecuación es el flujo transmitido. Ya tiene en cuenta la pérdida de luz debido a la reflexión inicial y final.

alfa es el coeficiente de absorción. d el grueso del difusor, tau el coeficiente de transmisión.

Apéndice E

Iluminación correctiva para retrato

(según Millerson)

Pelo claro:

(Disminuir el contraste de la iluminación.)

Reducir contra.

(Sombrear área).

Usar difusores localizados.

Ángulo de cámara mas bajo.

Pelo oscuro:

(Aumentar el contraste de la iluminación).

Aumentar la luz del pelo.

Pelo escaso:

Disminuir el contraste de la iluminación

Reducir contra.

Remarcar otras características.

(Sombrear área).

Usar difusores localizados.

Calvo:

Luz principal baja.

Evitar luz de doble borde.

Reducir contra.

Remarcar otras características.

Sombrear área.

Fundir área con fondo (sfumatto, flou).

Usar difusores localizados.

Ángulo de cámara mas bajo

Frente prominente:

Luz principal baja.

Evitar luz de doble borde.

Evitar contra lateral.

Remarcar otras características.

Sombrear área.

Evitar angulares y corta distancia.

Ángulo de cámara mas bajo.

Inclinar cabeza hacia arriba

Frente amplia:

(Luz principal desviada).

Principal estrecha

Evitar luz principal suave

Aumentar el contraste de la iluminación

Evitar luz de doble borde

Evitar contra lateral

Sombrear área

Ángulo de cámara mas bajo

Evitar angulares y corta distancia

Inclinar cabeza hacia arriba

Frente estrecha:

Luz principal baja
Luz principal frontal
Principal ancha
Evitar luz principal dura
(Evitar acentuar la sombra de la nariz)
Disminuir el contraste de la iluminación
Luz de doble borde
(Ángulo de cámara mas alto)

Ojos hundidos:

Luz principal baja
Evitar luz principal dura
Añadir luz baja suave
Ángulo de cámara mas bajo
Evitar angulares y corta distancia

Ojos saltones:

Remarcar otras características
Sombrear área
Evitar angulares y corta distancia
Inclinar cabeza hacia abajo

Nariz grande:

Luz principal baja
Luz principal frontal
Principal ancha
(Evitar luz principal dura).
Evitar acentuar la sombra de la nariz
(Disminuir el contraste de la iluminación).
Evitar contra lateral.
Remarcar otras características.
Evitar angulares y corta distancia
Rostro completo
Inclinar cabeza hacia arriba

Nariz pequeña:

Luz principal alta

Luz principal desviada

Principal estrecha

(Evitar luz principal suave)

Aumentar el contraste de la iluminación

Inclinar cabeza hacia abajo

Nariz quebrada:

Luz principal baja

Luz principal frontal

Evitar luz principal dura

Evitar acentuar la sombra de la nariz

Evitar angulares y corta distancia

Rostro completo

Nariz larga:

Luz principal baja

Luz principal frontal

Evitar luz principal dura

Evitar acentuar la sombra de la nariz

Ángulo de cámara mas bajo

Evitar angulares y corta distancia

Rostro completo

Inclinar cabeza hacia arriba

Nariz curvada:

Luz principal baja

Luz principal frontal

Evitar luz principal dura

Evitar acentuar la sombra de la nariz

Evitar angulares y corta distancia

Boca grande:

Luz principal baja

Luz principal frontal

Evitar luz principal dura

Evitar acentuar la sombra de la nariz

Remarcar otras características

Usar difusores localizados

Evitar angulares y corta distancia

3/4 de rostro

(Difusor de lentes (flou))

Inclinar cabeza hacia arriba

Inclinar cabeza hacia abajo

Boca pequeña:

Luz principal alta

Luz principal desviada

Evitar luz principal suave

Aumentar el contraste de la iluminación

Barbilla grande:

Luz principal baja

Luz principal frontal

Evitar luz principal dura

(Disminuir el contraste de la iluminación)

Evitar luz de doble borde

Evitar contra lateral

Remarcar otras características

(Ocultar sombras)

Sombrear área

Usar difusores localizados

Evitar angulares y corta distancia

Rostro completo

Barbilla pequeña:

Luz principal alta

Evitar luz principal suave

(Aumentar el contraste de la iluminación)

(Añadir luz baja suave)

Barbilla estrecha:

(Luz de doble borde)

3/4 de rostro

(Perfil)

Evitar angulares y corta distancia.

Cuello grueso:

Luz principal frontal.

Evitar luz de doble borde

Evitar contra lateral

Remarcar otras características

Ocultar sombras

Sombrear área

Usar difusores localizados

(Ángulo de cámara mas alto)

Inclinar cabeza hacia abajo

Cuello arrugado:

Luz principal baja

Evitar luz principal dura

Disminuir el contraste de la iluminación

Remarcar otras características

Ocultar sombras

Sombrear área

Usar difusores localizados

(Añadir luz baja suave)

(Ángulo de cámara mas alto)

Difusor de lentes (flou)

Evitar angulares y corta distancia

Inclinar cabeza hacia abajo

Cuello doble barbilla:

Luz principal alta

Evitar luz principal dura

(Disminuir el contraste de la iluminación)

Remarcar otras características

Ocultar sombras

Sombrear área

Usar difusores localizados

(Añadir luz baja suave)

Ángulo de cámara mas alto

Evitar angulares y corta distancia

Orejas grandes:

Luz principal desviada

Evitar luz de doble borde

Evitar contra lateral

Reducir contra

Remarcar otras características

Ocultar sombras

Sombrear área

Fundir área con fondo (sfumatto, flou)

Usar difusores localizados

Evitar angulares y corta distancia

3/4 de rostro

(Perfil)

Orejas separadas:

Luz principal desviada

Evitar luz de doble borde

Evitar contra lateral

Reducir contra

Remarcar otras características

Ocultar sombras

Sombrear área

Fundir área con fondo (sfumatto, flou)

Usar difusores localizados

Evitar angulares y corta distancia

Perfil

Rostro arrugado:

Luz principal baja

Luz principal frontal

Evitar luz principal dura

Disminuir el contraste de la iluminación

Evitar contra lateral

Añadir luz baja suave

Difusor de lentes (flou)

3/4 de rostro

Rostro sin modelar:

Luz principal alta

Luz principal desviada

Principal estrecha

Evitar luz principal suave

Aumentar el contraste de la iluminación

(Luz de doble borde)

Sombrear área

Usar difusores localizados

Evitar angulares y corta distancia

3/4 de rostro

(Perfil)

Rostro ancho:

Principal estrecha

Evitar luz principal suave

Aumentar el contraste de la iluminación

Evitar luz de doble borde

Evitar contra lateral

Sombrear área

Usar difusores localizados

Ángulo de cámara mas alto

Evitar angulares y corta distancia

Ángulo de cámara mas bajo

(Difusor de lentes (flou))

Rostro estrecho:

Luz principal baja

Principal ancha

(Evitar acentuar la sombra de la nariz)

Disminuir el contraste de la iluminación

Luz de doble borde

(Perfil)

Gafas:

Luz principal alta

Luz principal desviada

(Evitar acentuar la sombra de la nariz)

(Disminuir el contraste de la iluminación)

Remarcar otras características

Evitar angulares y corta distancia

Inclinar cabeza hacia arriba

Inclinar cabeza hacia abajo

Figura pesada:

Luz principal baja

(Luz principal desviada)

Principal estrecha

Evitar luz principal suave

(Aumentar el contraste de la iluminación)

Evitar luz de doble borde

Evitar contra lateral

Remarcar otras características

Fundir área con fondo (sfumatto, flou)

Evitar angulares y corta distancia

3/4 de rostro

(Perfil)

Figura ligera:

(Disminuir el contraste de la iluminación)

Luz de doble borde

Ángulo de cámara mas alto

Desfiguración:

Evitar contra lateral

Remarcar otras características

Ocultar sombras

Sombrear área

Fundir área con fondo (sfumatto, flou)

3/4 de rostro

(Perfil)

Apéndice F

Filtrajes

Para lámparas de descarga.

Tipo de lámpara	Filtro compensador	Aumento de exposic
General electric Lucalox (Sodio alta presión)	80B+20C	2+1/3
General Electric Multi-Vapor	20R+20M	2/03
Mercurio Blanco Deluxe	30R+30M	1+1/3
Mercurio claro	70R	1+1/3

Para lámparas fluorescentes

Tipo de lámpara	Filtro compensador	Aumento de exposición
Luz día	50R	1
Blanco	40M	2/03
Blanco cálido	20C+40M	1
Blacno cálido de luxe	30B+30C	1+1/3
Blanco frío	40M+10Y	1
Blanco frío de luxe	20C+10M	2/03

Lámparas fluorescentes compactas

Tipo de lámpara	Filtro para película luz día	Filtro para película Luz artificial (3400K)
P 30	35M + 05B	35M + 05Y

SP 35 35M + 05Y 40M + 15Y
SP 41 30M + 20R 10M + 40R
SPX 30 15M + 15B 25M + 10Y
SPX 35 30M 10M + 30Y
Fuente: a partir de datos proporcionados por General Electrics.

Película luz día en general

Luz	Filtro	Sensibilidad
Luz día	Ninguno	Nominal
Flash electrónico	Ninguno	Nominal
Lámparas 3400k	80B	-1+2/3
Lámpras 3200k	80A	-2

Apéndice H

Relleno III. Justificaciones matemáticas y proceso de cálculo

Estudio de un caso mas general: d**os motivos de igual reflectancia sumidas en luces distintas y con rellenos diferentes.**

Hay dos motivos interesantes M1 y M2.

Cada uno tiene una Iluminación E1 y E2 separadas por ci pasos.

El valor de exposición de cada motivo es ev1 y ev2.

ci=ev1-ev2.

Queremos obtener un contraste final de cf pasos.

Por regla general cf será menor que ci.

$$E_a 2 = E_2 \bullet 2^{n_2}$$

Vamos a añadir una iluminación Ea que comprima el contraste de los ci a los cf. Esta iluminación proporcionará Ea1 lux al motivo 1 y Ea2 al segundo. n1 es el número de pasos que se van a añadir al motivo primero y n2 los que se le van a sumar al segundo.

$$E_a 1 = E_1 \bullet 2^{n_1}$$

La diferencia entre las iluminaciones Ea1 y Ea2 es de delta pasos:

$$E_a \frac{1}{E_a} 2 = 2^{\delta}$$

La relación de luces antes de compensar es:

$$\frac{E_1}{E_2} = 2^{ci}$$

Después de compensar tenemos:

$$\frac{E'_1}{E'_2} = \frac{E_1 + E_a 1}{E_2 + E_a 2} = 2^{cf}$$

Con lo que al desarrollar sustituyendo las Ea por su valor y despejando n2 tendremos la cantidad de luz a añadir (tantos pasos sobre la sombra):

$$n_2 = 3'322 \bullet \log(\frac{2^{ci} - 2^{cf}}{2^{cf} - 2^{\delta}})$$

Compensación de un contraluz.

Tenemos dos motivos en la escena. Uno mas oscuro, motivo en sombra que requiere una exposición de valor de exposición e_s y otro mas claro que requiere un valor de exposición e_l (l de luz).

Supongamos que ambos tienen la misma reflectancia, podemos entonces suponer que sobre cada uno cae un iluminación (en lux) de distinto valor Es para el motivo en sombra y El para el motivo en luz[18].

Vamos a llamar contraste inicial al número de pasos que separan El de Es.

$$e_l = e_s + ci$$

$$E_l = k \bullet 2^{e_l} = k \bullet 2^{e_s + ci}$$

O lo que es lo mismo, indicando la relación de luces:

$$E_s = k \bullet 2^{e_s}$$

$$\frac{E_l}{E_s} = 2^{ci}$$

Vamos a añadir a la escena una cierta cantidad de luz que denominaremos luz añadida y que vale Eas lux (debido a que la contamos como el valor de luz añadido a la sombra). De esta manera la luz de la figura en sombra después de añadir la de relleno será:

$$E'_s = E_s + E_{as}$$

Si la luz de relleno es n pasos mayor que la luz del motivo en sombra tenemos que la relación entre la luz de relleno y la que ya hay en la sombra es de:

$$E_a = E_s \bullet 2^n$$

De donde

$$\frac{E'_l}{E'_s} = \frac{E_l}{E_s + E_s \bullet 2^n} = \frac{E_s \bullet 2^{ci}}{E_s + E_s \bullet 2^n}$$

Luego la relación de luces de la escena después de añadir la luz de relleno será:

$$\frac{E'_l}{E'_s} = \frac{2^{ci}}{1 + 2^n} = 2^{cf}$$

Donde cf es el contraste final de la escena.

Despejando n tenemos:

$$n = 3'322 \bullet \log(2^{ci-cf} - 1)$$

Por regla general el contraste de la escena antes de añadir la luz es mayor que después de hacerlo. De hecho siempre que se añade una luz la diferencia de exposiciones entre los extremos se reduce (en pasos). A esta reducción se le denomina compresión del contraste. La diferencia ci-cf , contraste inicial menos contraste final es por tanto la compresión de contraste obtenemos (o que queremos).

Como pretendemos que el contraste final sea 0, es decir que la exposición para la sombra después de compensar sea la misma que para la luz podemos decir:

$$n = 3'322 \bullet \log(2^{ci} - 1)$$

Apéndice F

Alteración de una escena al añadir una luz. Estudio general de la situación.

Alteración de una escena con la luz

Supongamos que tenemos una escena iluminada. Ahora vamos a introducir un nuevo foco. ¿Que cambios podemos esperar en la iluminación de la escena?.

Dependiendo de donde coloquemos la luz y hacia donde la lancemos la escena alterará su contraste mediante la iluminación de sombras antiguas, creando sombras nuevas y alterando toda la gama visual. Como ya sabemos del apartado anterior sobre suma de luces las partes más iluminadas se verán menos afectadas que las partes menos iluminadas.

Por lo general si dos luces se superponen disminuye el contraste de la escena debido a que la parte más oscura (las sombras) suben más su nivel de iluminación que lo que lo suben las partes más iluminadas (las luces).

Vamos a estudiar esto pero antes vamos a exponer algunos términos que se van a emplear.

La gama tonal de la escena la vamos a dividir en tres partes principales: las sombras, los grises o medios y las luces. Esto no tiene nada que ver con el color. Vamos a llamar grises a los tonos medios aun cuando sean de color. Por su parte vamos a llamar sombra a la parte más oscura que el gris medio sin que por ello lo tengamos que confundir con las sombras arrojadas por los cuerpos.

Dentro de las sombras y las luces aún vamos a diferenciar las sombras profundas. Es decir lo más oscuro de las sombras y las luces altas, lo más claro de las luces. En correspondencia con el esquema de previsualización de del sistema de zonas podemos hacer la siguiente correspondencia aproximada (nos la saltaremos bastante a menudo, así que solo hay que tomarla como una guía).

Sombras profundas	Zonas I a II
Sombras	Zonas de I a III
Tonos medios	Zonas de IV a VI
Luces	Zonas de VII a X
Altas luces	Zonas de VIII a X

Brillo de un objeto

Un objeto brilla porque emite luz. Esta luz puede ser generada por el objeto (fuente de luz primaria) o reemitida (fuente de luz secundaria). Hay dos maneras de que un objeto que no tiene luz propia reemita la luz que le llega: por transmisión o por reflexión. La transmisión consiste en dejar pasa la luz a través del objeto mientras que la reflexión consiste en reflejar la luz que le llega. A esto dedicaremos un capítulo mas tarde.

Vamos a centrarnos en la luz reflejada por ser la más habitual. Vemos un objeto por que refleja luz. La cantidad de luz que refleja depende del color de la superficie del objeto. Si llega una cierta cantidad de luz se refleja una parte. Si dividimos esta parte reflejada entre la cantidad que llega obtenemos el coeficiente de reflexión. Si toda la luz que llega al objeto se devuelve el coeficiente vale 1 (o 100%) si no se devuelve nada el coeficiente vale 0 (0%). Un objeto transparente tiene una reflexión 0, no refleja nada, un objeto opaco tiene un coeficiente 0. Un objeto de algún tono intermedio tiene un valor entre 0 y 1.

Visualmente podemos captar variaciones locales de brillo de un 1 o 2%. Lo que significa que entre el negro absoluto de 0% y el primer gris habrá un 1% de diferencia. El brillo, como ya hemos dicho, se mide en stilbs o en apostilbs. Este último es especialmente interesante porque es el valor que se obtiene al multiplicar la iluminación, los lux, por el coeficiente de reflexión. Así si tenemos un cuerpo de gris medio de reflexión 0'18 en un ambiente con 1000lx su brillo sería de 180asb. Un grís medio no es el de reflexión 0'5 como pudiera pensarse sino un valor mas bajo, fotográficamente tomamos el brillo medio como el de un gris de reflexión 0'18 (o gris al 18%). Industrialmente se considera un gris medio el de reflexión 0'3 (gris del 30%). En vídeo, por ejemplo el gris del 60% se considera blanco mientras que el negro es el gris del 3%.

Un objeto se ve debido a la combinación de reflexión e iluminación. Por ejemplo: tenemos una hoja de papel blanco del 80%. Tenemos un ambiente de 100lx. El brillo de la hoja es de 100x0'8=80asb. Ahora tenemos una hoja de papel gris oscura del 10% (0'1) en un ambiente de 1000lx. El brillo será 0'1x1000=100asb. Luego la hoja negra, en un ambiente luminoso realmente es mas clara que la blanca. Sin embargo nuestros ojos la ven negra. Como vemos el brillo visual, la sensación de brillo va a depender tanto de la reflexión, característica superficial del objeto, como de la iluminación, característica del entorno de la escena.

Por esto vamos a hablar de dos brillos, el brillo propio y el brillo incitado.

- *Brillo propio*. Es el factor de reflexión del objeto. Bajo una misma luz dos objetos se ven distintos debido a su brillo propio.
- *Brillo incitado*. Es el tono visual, el que vemos. Matemáticamente resulta de multiplicar el coeficiente de reflexión por la iluminación. Bajo luces distintas dos objetos diferentes podemos hacerlos iguales.

Luz añadida

Es la cantidad de luz que se añade a la que hay en la escena. La cantidad de luz total es la suma de la que hay en un principio más la añadida.

Si a una cierta iluminación E1 le añadimos otra iluminación Ea (luz añadida) que es n pasos mayor que E1, la suma será:

$$E_t = E_1 + E_a$$
$$E_a = E_1 \cdot 2^n$$
$$E_t = E_1 + E_1 \cdot 2^n$$
$$E_t = E_1 \cdot (1 + 2^n)$$

Recordemos que aunque los cálculos los hagamos diciendo iluminación, son los mismos que si tuviéramos en cuenta la exposición, por lo que la suma de iluminaciones es como la suma de exposiciones.

En el caso mas general tenemos dos motivos, Mc y Mo (Mc de motivo claro y Mo de motivo oscuro) distinta tonalidad (brillo propio) cuya diferencia en pasos es r; sumidos en una iluminación, Eo y Ec, distinta para cada uno, siendo t la diferencia en pasos de esta iluminación.

El subíndice c sirve para todo lo referido al motivo claro y el o para el motivo oscuro.

Vamos a añadir una iluminación que afecte de distinta manera a ambos motivos. Si Ea es la cantidad de luz (lux o exposición) añadida de forma general, según nuestra notación Eao es la luz añadida al motivo oscuro y Eac la añadida al motivo claro.

El contraste inicial (ci) antes de añadir la nueva luz (la nueva exposición) es:

$$\frac{B_c}{B_o} = \frac{\rho_c \cdot E_c}{\rho_o \cdot E_o} = 2^{ci}$$

Donde B es le brillo completo, rho el índice de reflexión y E la iluminación de cada motivo.

Al añadir luz el contraste final queda:

$$\frac{B_c}{B_o} = \frac{\rho_c \cdot (E_c + E_{ac})}{\rho_o \cdot (E_o + E_{ao})} = 2^{cf}$$

Donde Ea es la luz añadida a cada motivo. Eac es la uz añadida al motivo mas claro y Eao al mas oscuro. La diferencia entre estas dos luces es de delta pasos. En este primer estudio vamos a considerar que la luz añadida es igual a ambos motivos y que es mayor que la luz de motivo oscuro en n pasos. Es decir:

$$Eao = E_o \cdot 2^n$$
$$Eac = E_c \cdot 2^{n2}$$
$$Eac = E_{ao} \cdot 2^{\delta}$$

Si la diferencia entre la luz del oscuro y la del claro es de t pasos tenemos:

$$\frac{\rho_c}{\rho_o} = 2^r$$
$$\frac{E_c}{E_o} = 2^t$$

$$E_o + E_{ao} = E_o + E_o \cdot 2^n$$
$$E_c + E_{ac} = E_o \cdot 2^t + E_o \cdot 2^{n+\delta}$$

Con lo que el contraste final, en relación de luces, queda:

$$m_f = \frac{B_c}{B_o} = \frac{\rho_c \cdot (E_c + E_{ac})}{\rho_o \cdot (E_o + E_{ao})} = 2^{cf}$$
$$m_f = 2^r \cdot \frac{E_o \cdot 2^t + E_o \cdot 2^{n+\delta}}{E_o + E_o \cdot 2^n}$$
$$m_f = 2^r \cdot \frac{2^t + 2^{n+\delta}}{1 + 2^n}$$
$$m_i = 2^r \cdot 2^t$$

La ecuación anterior expresa la relación de luces después de haber añadido una nueva luz. f es de final y m relación de luces.

Como podemos apreciar hay dos términos, uno, el dos elevado a r es el contraste propio de los motivos que depende solo de sus tonalidades. El otro miembro, la fracción expresa el contraste de iluminación. Como podemos ver, al expresar el contraste como relación de luces los contrastes propio y de ilumina-ción no se suman sino que se multiplican para dar lugar al contraste final.

Supongamos que la luz añadida cae por igual sobre todos los motivos. Esto es, la iluminación “de relleno” tiene el mismo valor (en lux) en cada motivo, siendo por tanto delta igual a cero. En este caso la expresión del contraste final queda así:

$$m_f = 2^r \cdot \frac{2^t + 2^n}{1 + 2^n}$$

Donde t es el contraste de luces inicial, por tanto siempre es mayor que 0. Entonces el numerador de la ecuación anterior es mayor que el denominador por lo que la fracción será mayor que 1. Recordemos que el contraste inicial es:

$$m_i = 2^r \cdot 2^t$$

El contraste final en estas condiciones será siempre menor que el inicial. Esto ya lo sabíamos puesto que las sombras van a subir mas que las luces, con lo que la diferencia final va a ser menor.

Esto significa que añadiendo una luz uniforme a todos los motivos el contraste de la escena baja. Por otra parte nos encontramos con que el contraste de iluminación depende exclusivamente de las luces y que una iluminación de relleno no afecta para nada en el contraste propio.

Si igualamos la expresión del contraste inicial y el contraste final podemos deducir algunas cosas sobre el comportamiento de la luz de relleno.

$$m_f = m_i$$
$$2^r \cdot \frac{2^t + 2^{n+\delta}}{1 + 2^n} = 2^r \cdot 2^t$$
$$2^t + 2^n 2^\delta = 2^t \cdot (1 + 2^n)$$
$$n + \delta = n + t$$

Conclusiones

Para interpretar esta última relación tenemos que recordar: que el término a la izquierda del igual representa el contraste final, osea el de después de añadir la luz, mientras que el término derecho es el contraste inicial.

La t es el número de pasos entre la luz que alumbra al motivo mas claro y al mas oscuro. Sin que de ello deduzcamos que el motivo mas claro es mas luminoso que el mas oscuro.

La n es el número de pasos que la luz añadida es mayor que la luz que alumbra al motivo mas oscuro.

Delta es el número de pasos de diferencia entre la luz añadida al motivo oscuro y la añadida al motivo claro. Pero solo la luz añadida, no la añadida más la inicial.

Bien, si delta fuera cero, es decir, la luz de relleno cae por igual sobre ambos motivos (por ejemplo dos objetos situados a una misma distancia de un flash), tendríamos que la única forma de que los contrastes antes y después fueran iguales sería siendo t cero. Es decir, que no haya diferencia entre la luz que cae sobre ambos motivos.

Si en el caso más habitual existe una diferencia entre las luces que caen sobre cada motivo, luego t no es 0, entonces la condición para que el contraste final sea menor que el inicial es:

n<n+t

Es decir que t sea mayor que 0. Luego que la luz que caiga sobre el objeto claro sea mayor que la que cae sobre el oscuro. (Recordemos que t es la luz del claro menos la del oscuro).

Por el contrario para aumentar el contraste sería necesario que:

n>n+t

La única forma de satisfacer esta condición es que t fuera negativo. O sea, que la luz que cae sobre el motivo oscuro sea mayor que la que cae sobre el claro.

Si las luces añadidas son diferentes entonces tenemos:

n+d=n+t

Si el contraste final es mayor que el inicial:

n+d>n+t

O lo que es lo mismo:

d>t

Luego para que el contraste aumente la diferencia entre luces de relleno debe ser mayor que el contraste de luces inicial. Por ejemplo, una escena en la que una persona está junto a una ventana. El exterior requiere una exposición de 1/125 f:2’8 y el interior 1/125 f:2, la diferencia es de 1 paso. Este es el valor de t. Si la persona es el motivo oscuro entonces delta debe ser mayor de 1. Es decir, vamos añadir un foco o un flash que ilumine a la persona y otro para el fondo. Delta es valor de la luz del claro menos el oscuro. Vamos a poner 2 pasos, tendríamos que poner al menos un f:4 en el exterior y un f:2 en el interior. De esta forma el exterior sube a f:5’6 y el interior a f:2’8, la diferencia ahora sería de 2 pasos, con lo que hemos aumentado el contraste. Por supuesto que la solución mas barata es la de poner luz solo en el exterior.

Para bajar el contraste tendremos:

d<t

Es decir que la diferencia de luces de relleno sea inferior al contraste inicial. Aquí hay que tener en cuenta que d es el valor de luz añadido al motivo mas claro menos la del oscuro. Si en la escena anterior tuviéramos el exterior a 1/125 f:8 y el interior a 1/125, f:2, es decir un contraste de luces de 4 pasos (t=4) tenemos que añadir de forma que la diferencia entre luces añadidas sea menor que 4.

Una solución sería poner, por ejemplo 5 pasos. Así que añadimos un flash con f:11 en el exterior y otro con f:2 en el interior. El exterior sumaría el f:11 del relleno con el f:8 que ya tenía quedando en f:11+2/3 mientras que el interior sumaría dos veces f:2 quedándose en f:2’8. La diferencia es de f:11+2/3 a f:2’8. Es decir cuatro pasos y dos tercios. Hemos aumentado el contraste.

Todos los valores indicados deben considerarse en valor absoluto. Siendo así que la única forma de aumentar el contraste es añadir al motivo claro mas luz que al motivo oscuro.

Bibliografía:

Libros

-Fernández Salazar, Luis C. y De Landa Amenuza, Jaime. «Técnicas y aplicaciones de la iluminación». MacGraw Hill, 1993. Madrid.

-Samuelson, David. "La cámara de cine y el equipo de iluminación". Focal press-IORTV Madrid 1988. (De la 2ª edición inglesa de Focal Press, Londres 1986)

-Almendros, Néstor. «Días de una cámara». 3ª Edición. Seix Barral. Barcelona 1990. (Edición internacional en «Un homme a la camera» Forma 5 continents Lausana , 1ª edición 1982, 3ª edición 1990).

-Heredero, Carlos F. «El lenguaje de la luz». Ed.Festival de cine de Alcalá de Henares. 1994.

-Millerson, Gerald. "Iluminación para televisión y cine". ED. IORTV. Madrid. 1994.

-Moya, Galmes y Gumí. "Fotografía para profesionales". Ed. Techne SA. Madrid. 1976.

-Varios "La fotografía es fácil", Ed. AFHA. Barcelona 1972.

-Arnolds, Rolls y Stewart. "Fotografía aplicada". Ed. Omega. Barcelona, 1972.

Artículos

-Young, H. "". Arte Fotográfico. Abril 1968.

-De miranda. M. "Gran formato". Arte Fotográfico.

-Bernal Rosso, F. "Iluminación de relleno". Foto. Diciembre 1994.

-Bernal Rosso. F. "Control de contraste por iluminación". Diorama. Julio 1996.

-Bernal Rosso. F. "Flashes extensos y técnicas de distancia". Diorama. Septiembre 1996.

-Bernal Rosso. F. "Luz Día". Diorama. Diciembre 1996.

Información diversa obtenida de páginas web en Internet pertenecientes a: Kodak (www.kodak.com), agfa (www.agfa.com), fuji (www.fuji.com), Metz (www.metz.com).

Catálogos de iluminación cinematográfica y fotográfica de OSRAM (1997-1999) y de iluminación general de Phillips.

NOTAS

[1]Decimos que vamos a cerrar o aumentar un cierto número de pasos cuando vamos a disminuir la exposición ese número de pasos. Entonces elevamos dos al número (positivo) de pasos. Si por el contrario indicamos que vamos a abrir o aumentar la exposición entonces tenemos que elevar dos al número de pasos pero en negativo. Es decir, para subir un paso y medio debemos elevar dos a 1’5/2 mientras que para bajar paso y medio debemos elevar dos a -1’5/2.

[2]Poco mas o menos. De siempre se ha medido a ojo, haciendo una evaluación de la escena según la experiencia del fotógrafo, sin aparatos. Este método no es exactamente fotometría subjetiva, ya que esta implica una comparación sobre una referencia, y la memoria no se considera una referencia fiable debido a la adaptación que los sentidos (en este caso la vista) ofrecen al medio ambiente. Ni que decir tiene que grandes obras y carreras enteras de no pocos fotógrafos se han gestado realizando la medición de la luz sin aparatos. A ojímetro que se dice de una manera informal (pero bastante exacta).

[3]Pensemos lo siguiente: Una hoja de papel blanco que refleja el 80% de la luz que le llega y una cartulina negra que solo refleja el 5%. Nos colocamos en una habitación con una iluminación de 100 lux. Si la hoja es un A4 (21cmx29’7cm) tiene una superficie de 0’062 metros cuadrados. Esto significa que al papel llegan 0’062x100 lúmenes. Es decir 6’23 lúmenes. La hoja blanca devuelve el 80% de esto, es decir: 4’98 lúmenes mientras que la cartulina negra del mismo tamaño devuelve el 5%=0’31 lúmenes. Ahora nos vamos a la calle. Hay 100.000 lux, lo que quiere decir que a las hojas de tamaño A4 les llegan 6200 lúmenes. La hoja blanca devuelve 4960 lúmenes mientras que la hoja negra nos devuelve 310 lúmenes. Fijémonos bien en estos números: la blanca en interior refleja 6’23 lúmenes mientras que la negra en exterior refleja 310. Esto significa que la negra, en la calle, es mas blanca que la hoja blanca en interior (es cincuenta veces mas blanca). Pero la hoja negra la seguimos viendo negra. Esta adaptación de los colores es puramente subjetiva y no es apreciada por un mecanismo como el fotómetro o el material fotográfico para los cuales la hoja oscura, en la calle, es mas clara que la hoja clara en interior.

[4] Aunque sería mas correcto definirlo como el número f requerido para exponer correctamente un sujeto de tonalidad gris media de reflectancia 18% y colocado a un metro de distancia de la fuente luminosa.

[5] El procedimiento lo que hace en realidad es emplear la curva del emisor cuadrado de 1mx1m y reducir todas las distancias a esta. Para ello se mide el diafragma a una distancia igual al lado del difusor y se divide la distancia de la luz a la escena entre este valor. Como quiera que el flash a emplear por el procedimiento del número guía sale de dividir este (la exposición de referencia) entre la distancia, al estar dividiendo la distancia por el lado del difusor este valor queda en el numerador multiplicando al número guía. Obsérvese que en la justificación del cálculo empleamos el número guía en la zona en que la curva no es parabólica aprovechando lo insignificante del error cometido mientras que en la zona en que la curva tiene un comportamiento de parábola corregimos el valor restándole la distancia de 0’312. íUsamos el valor exacto cuando la curva no cumple y lo corregimos cuando si cumple!.

[6]Aunque el método de almacenamiento fuera digital lo que se almacena es la imagen provocada por la luz y la óptica. Esta imagen será una imagen analógica ya que en la superficie del sensor, independientemente de si este es una película química o un chip CCD, se produce una iluminación que se corresponde con los brillos de la escena. Esta traducción de brillos de escena (apostilbs) a iluminación (lux) es una forma analógica.

[7] Calidad entendida como características de la medida, no como una valoración de la bondad o preferencia.

[8]Realmente todo cuanto se dice aquí hay que tomarlo con cuidado: la actitud expuesta de hacer que el contraste de la escena sea como mucho igual que el contraste del medio final es mas una regla práctica que una verdad indiscutible. De hecho el análisis completo pocas veces se puede hacer. Pensemos por un momento: ¿Cual es el margen de exposiciones que la película admite? la respuesta es que es mucho mas amplio de lo que imaginamos. Podríamos estar tentados de tomar el índice de contraste del material y dividir la amplitud de la densidad entre este IC. Si hacemos esto observaremos que el margen de brillos de la escena es de unos 19 pasos. Esta forma de actuar es incorrecta ya que el índice de contraste no abarca toda la curva de densidad sino aproximadamente la mitad, tal como lo define Kodak el índice de contraste abarca 2 unidades de logaritmo de la exposición, esto es unos seis pasos y dos tercios pero la curva realmente es mucho mas larga. La curva de densidad, es decir el comportamiento del material sensible, provoca una compresión natural del contraste debido a que su pendiente rara vez sube de 1 (45º). De esta manera los diez o doce pasos máximos que puede registrar los empaqueta en los ocho o nueve pasos de densidad que admite (densidades de 0'2 a 3) y al igual sucede con el material final estos ocho o nueve son comprimidos por efecto de la curva de densidad a los cuatro o cinco pasos de la imagen final, por lo que en principio puede pensarse que no es necesario hacer ninguna consideración sobre el control de contraste. Sin embargo la alineación de las diferentes curvas de densidad de los distintos materiales que se emplean en el proceso total (negativo, papel; diapo, escaner, plancha litográfica, papel en el mundo editorial; negativo original, internegativo, madre y copiones en cine...) y la colocación exacta de los puntos de exposición dados hace que o bien acumulemos las luces o las sombras en una muy curva de la de densidad con lo que se pierde detalle empastando o quemando según sea el caso. Es decir, 2 cosas: no sabemos exactamente los materiales en los que se va a reproducir y no podemos predecir exactamente en que punto del log de la exposición estamos trabajando por lo que no sabemos exactamente el punto de la curva de densidad en que operamos. Por todo esto una regla práctica es igualar el contraste de la escena al del medio y así garantizamos que tenemos margen suficiente en la curva de densidad para trabajar tranquilamente.

[9]Aumentar la cantidad de luz al doble supone un gasto mucho mayor que el doble en dinero, ya que no solo supone el doble de aparatos, sino también cables mas gruesos, mas potencia en el generador, mas camiones para transporte, mas personal para usarlos...

[10] 19'2 es prácticamente 16+1/2. Realmente la exposición es un 45 % mayor que a 16 ya que la relación de luces es la raiz cuadrada de la relación de diafragmas y 1/2 paso es un 41% mayor. Luego haciendo la raíz cuadrada de la división de19'2 entre 16 tenemos 1'45, que significa que la luz es un 45% mayor a f:19'2 que a f:16.

[11] El diafragma 1 paso por debajo de 19'2 será el que tiene un 45% de luz mayor que el de 1 paso por debajo de 16, es decir, el diafragma de 45% mas luz que f:11. Para ello multiplicamos 11 por la raiz de 1'45 y tenemos 13'2

[12]

Hay que recordar el triángulo del fuego: para que se produzca fuego se deben dar tres componentes, combustible, comburente y calor. El combustible es lo que se quema, aquí el tungsteno, el comburente es un compuesto (o elemento químico) que reacciona con el combustible y con la temperatura, normalmente se trata del oxígeno del aire. Por eso, haciendo el vacío quitamos el comburente y se anula posibilidad de llama.

[13] Curiosamente contradecimos al diccionario de la Real Academia Española. Aunque siempre nos han dicho que la fotografía viene de escribir con luz la definición de la Academia no contempla esto y define la fotografía como un conjunto de técnicas que mediante la química producen imágenes. Ya decía Halffter que son necesarios mas artistas en la Academia y menos filólogos.

[14]Independientemente, claro está de las ideologías propias de la persona. Esta idea está generalizada en nuestra sociedad y por muy ateo que uno pretenda ser no puede evitar ser una persona que ha crecido dentro de nuestra sociedad y que se ha formado según los ritos y costumbres propios de nuestra cultura.

[15] Recordemos que más que fotógrafo uno tiene una profesión que usa de la fotografía. La fotografía en si misma no es una disciplina del conocimiento, sino una herramienta expresiva, un vehículo comunicativo mas allá de la idea de medio de comunicación, como lo pueda ser la palabra escrita o la palabra hablada.

[16] Si la relación de luces fuera, por ejemplo 7:5 el punto medio que está a la misma relación de la parte más clara que de la parte más oscura está a la raíz cuadrada de siete por cinco.

17 Experimentalmente he comprobado que el factor pi cuartos no es real y que debe ser sustituido por 0'03.

[18]Aunque esta propuesta es muy discutible ya que, por ejemplo en el caso apuntado del contraluz, el cielo del fondo no recibe ninguna luz, sino que brilla. Podríamos hacer el estudio en términos del brillo de cada motivo pero sería un engorro innecesario al tener que evaluar la iluminación (en lux) que cada uno aporta a la película. De la forma que lo hago queda un poco un modelo de lo que se puede hacer. Al fin y al cabo las soluciones están ahí y funcionan.

Índice general

ESTRATEGIA DE LA LUZ..... 1

Prologo *2*

De que va esto 2

Luminotecnia 4

Generalidades **4**
Flujo, lumen **5**
Intensidad, candela **5**
Iluminación, lux **6**
El ángulo sólido *7*
El brillo **8**
Rendimiento luminoso **8**
Rendimiento de color **8**
Temperatura de colorTemperatura de color **9**

UNIDADES II 10

Preliminares **10**
La sensibilidad **10**
El paso **10**
La relación de luces **11**
El diafragmaEl diafragma **12**
Tiempo de obturación **13**
Valor de la exposición **13**
Relación entre iluminación y magnitudes fotográficas **13**

Un acercamiento a la luminotecnia fotográfica 15

Preliminares **15**
Cálculo del flujo **15**
Cálculo de la intensidad **16**
Cálculo de la iluminación **16**
Un ejemplo real, iluminación de una pasarela: **16**

Fotometría 18

Parámetros de la medidaParámetros de la medida **18**
Medición reflejada **18**

Medición incidente **19**
Tipos de fotómetros **19**
Tipos de sensores **19**
Sensibilidad espectral ***19***
Previsualización **19**
Medir (bien) la luz **20**
Medición de la luz reflejada ***21***
Medida de luz incidente ***21***
Consideraciones a tener en cuenta ***21***
De la exposición 22
Pensando en el sistema de zonas **22**
Procedimiento general **24**
Estudio de una curva característica **25**
De la toma de decisiones **27**
Criterios de exposición ***27***
Criterio de tono. La exposición recomendada **27**
Algunos ejemplos de cálculo ***28***
Estudio de la gama **29**
Latitud negativa ***30***
Sobre la latitud de exposición **33**
RESUMEN **33**
Sobre el horquillado. El registro seguro. **34**
SUMA DE LUCES 35
Dificultades de la suma **35**
Reglas de suma **37**
Cantidad máxima de luces a apilar **37**
Acumulación de lucesAcumulación de luces ***37***
Demostración del apilamiento máximo ***38***
Flashes y destellos múltiples ***38***
Número de destellos y eficiencia **38**
Efecto de intermitencia **40**
Suma de diafragmas **40**
Suma de tiempos **41**
Efectos de añadir una luz a la existenteEfectos de añadir una luz a la existente **42**
Alteración del contraste ***42***
Ejemplo de alteración **42**
Valoración de la alteración del contraste ***42***
TÉCNICAS DE DISTANCIA 44
La ley de inversa de los cuadrados de las distancias **44**
Observaciones sobre la validez de la ley ***44***
El número guía ***45***
La distancia de referencia **46**
La importancia de la dirección **46**
El ángulo límite ***47***
Ajuste fino iluminación para luces puntuales **47**
Fuentes extensas **50**
Procedimiento de número guía por reducción de distancia para flashes cuadrados ***52***
Método de trazado de la curva **53**

Caída de luz para una serie de ventantas *54*
CONTROL DE CONTRASTE I. 56
Generalidades **56**
El contraste de escena **56**
Contraste de medio **57**
Notas sobre registro electromagnético *57*
El trabajo fotográfico **58**
Un contraste tipo **58**
El control de contraste **58**
PARTE II 60
LUZ DE RELLENO 61
Exposición del problema **61**
Preexposición *61*
Previa **61**
Simultanea **61**
Química **61**
Exposición *62*
Luz de relleno *62*
Elementos del problema **62**
Clasificaciones *62*
Igual brillo igual iluminación **63**
Igual brillo distinta iluminación **63**
Distinto brillo igual iluminación **63**
Distinto brillo distinta iluminación **63**
El contraluzSolución al relleno I 64
Problema **64**
Soluciones **64**
Solución analítica *64*
Solución gráfica *64*
Solución gráfica *65*
Solución heurística *65*
Un observación sobre ahorro de energía **65**
CLAROSCURO I 67
Problema:generalidades **67**
Soluciones **67**
La relación 1:3 ..... *67*
Solución gráfica **68**
Solución analítica **68**
Solución heurística **68**
La relación de 4 pasos y un tercio *69*
Solución analítica **69**
Solución gráfica **70**
Solución heurística **70**
Una solución general para igual

reflectancia 71
El problema del control de contraste 71
Un método de trabajo 74
Observaciones *74*
Explicación del proceso *74*
Un ejemplo *75*
Valores exactos *75*
Algoritmo general 75
El control de contraste con brillos desiguales 77
Relleno desigual 78
EMPLEO DE LA LUZ CONTINUA 79
Relleno con luces PAR 64 79
Ejemplo I *79*
Soluciones 79
A partir del número guía: *79*
Cálculo a partir de la emisión: *80*
Ejemplo 2 ..... *80*
Soluciones: 81
Reducir la tensión de alimentación. *81*
Compensación por filtro en cámara *81*
Compensación por luz rebotada 82
PARTE III EQUIPAMIENTO Y EXPRESIÓN ... 85
LA LUZ ARTIFICIAL I 86
Clasificación 86
Características a destacar de una lámpara 87
Temperatura de color. *87*
Tiempo de encendido. *87*
Sobretensión y sobreintensidad. *87*
Efecto estroboscópico. *88*
Índice de reproducción de color. *88*
Sobre la reproducción del color 88
Rendimiento de color. *88*
Apariencia de color *88*

Incandescentes.....89

Espectro de color 89
Lámparas incandescentes normales 89
Funcionamiento 89
Sobrevoltado 90
Encendido y efecto estroboscópicoEncendido y efecto estroboscópico 90
La reproducción del color 91
Las lámparas azulesLas lámparas azules 91
Los cuarzos 91
Ciclo del yodo 91
Características de los cuarzos 92
Tungsteno halógenas-PAR 64. 92
Modelos 93
Determinación de una iluminación. 93

Lamparas de descarga.....95

Generalidades de las lámparas de descarga 95
Calidad de color 95
Observaciones eléctricas 95
Fluorescentes 96
Características 96
Velocidad de obturación con lámparas de descarga 96
Brillo y cualidades de visión 96
Filtrado 97
Halogenuros metálicos 97
Color, velocidad de obturación y otros 98
Color 98
Efecto estroboscópico 98
Encendido 99
Seguridad 99
Características técnicas concretas. 99
HMI PAR 64 99
HMI de terminación simple. 99
HMI de terminación doble 99
LÁMPARAS NO RECOMENDABLES PARA USO FOTOGRÁFICO 100
Lámparas de vapor de mercurio a alta presión 100
Lámparas de luz mezcla 100
Lámparas de vapor de sodio 100
Las de baja presión 100
Vapor de sodio a alta presión. 101

EL FLASH.....102

GeneralidadesGeneralidades 102
Sincronización del flashSincronización del flash 102
Tipos de flashes 103
Potencia de almacenamiento 103
Baja potencia 103
.13 .....**Media potenciaMedia potencia** 103
Potencia 104
Características de emisión 104

El tiempo de destello *104*
El tiempo de carga *104*
Diafragma a una distancia *105*
Luz día 107
Luz norte **107**
De la dirección como postura estética **108**
Las tres luces del día **108**
De las Horas, la mañana *108*
La tarde *108*
Relleno de sombras **109**
EQUIPOS DE ILUMINACIÓN 111
Los reflectores **112**
La curva fotométrica *112*
Difusores **113**
Negros *113*
Fresnel *113*
Nidos de abeja *113*
Filtros *114*
FILTROS 115
Introducción **115**
Como funciona un filtro **116**
El poder difusor **116**
Densidad de un filtro **117**
Factor de filtro *117*
Mired **118**
Tipos de filtros **118**
Corrección de luces *119*
De densidad *119*
De contraste (para blanco y negro) *119*
De bloqueo *120*
Polarizadores *120*
Aditivos de copiado *121*
Efectos especiales. *121*
La gama de filtros de Kodak **122**
Filtros tricolores *122*
Sustractivos, luz día: **122**
Aditivos, luz día: **122**
Aditivos, luz artificial: **122**
Filtros compensadores de color *122*
Filtros de conversión de color *123*
Filtros de conversión cálidos **123**
Filtros de conversión fríos **123**
Filtros de balance de luces *123*
Relación entre las dos series de filtros *124*
Guía de uso de los filtros Wratten de Kodak *125*
Serie 96. Filtros de densidad. *126*

USO EXPRESIVO DE LA LUZ 127

El objeto **128**
Los nombres de las luces **129**
Frontal: ***129***
Lateral: ***129***
Rozada: ***129***
Contra: ***130***
Baja: ***130***
Frontal: ***130***
Alta: ***130***
Cenital: ***130***
Trasera: ***130***

Disposición de las luces.....131

El triángulo básico **131**
Triángulo lateral o desequilibrado ***131***
Completando la iluminación básica **132**
Luz de contra: ***132***
Luz de fondo: ***132***
Luz de textura: ***132***
Luz de color: ***132***
Luz base: ***132***
Efectos de la luz sobre la forma: Luz ancha, luz estrechaEfectos de la luz sobre la forma Luz ancha, luz estrecha **133**
Los reflejos **134**

Temas 135

Piel ***135***
Cristal ***135***
Por sombras **135**
Por luces **136**
Objetos brillantes ***136***
Iluminación de campo brillante **136**
Iluminación de campo oscuro **136**
Las maderasLas maderas ***136***
Las telas ***136***
El retrato ***137***
Ojos **137**
Nariz **137**
Pelo **137**
Desnudo y piel **138**
Frescor ***138***
Reproducciones ***138***
Las acuarelas. **139**
Oleos y similares. **139**
Grupos de dialogo ***139***

El triángulo básico 142

Preliminares **142**
Como se forma **142**
Disposición de las luces **143**
Triángulo de contraste reducido ***144***
Donde poner la luz de relleno **145**
Donde poner la luz principal **145**
Potencia necesaria en la luz principal **146**
Potencia de la luz de relleno **146**
Triángulo de contraste ampliado ***146***
En estas condiciones la relación de luces es: **147**
Colocación de la luz principal **147**
Colocación de la luz de relleno **147**
Potencia de la luz principal **147**
Potencia de la luz de relleno **147**
Medición de la exposición **147**
Conclusiones prácticas del estudio **148**
Diseño de una iluminación: El método de la rueda. **149**
El método de la rueda ***149***
¿Qué quiero? **149**
Criterios de luz ambiente ***150***
Criterios de contraste ***150***
¿Qué hay? **150**
.28 ..... **¿Qué pongo?** **150**
.29 ..... **¿Cuánto pongo?** **150**
Un ejemplo de cálculo ***151***
Ejemplos de cálculo de luces en triángulo **152**
APENDICES 165
Sobre el diafragma 165
Iluminación en el interior de una cámara oscura **165**
Número f y relación de luces: **167**
Corrección de la exposición en distancias cortas y en fotografía no macro. 167
Tiempo de exposición para un móvil 170
Reflexiones de algunos materiales 172
Iluminación correctiva para retrato 174
Pelo claro: **174**
Pelo oscuro: **174**
Pelo escaso: **174**
Calvo: **175**
Frente prominente: **175**
Frente amplia: **175**
Frente estrecha: **176**
Ojos hundidos: **176**

Ojos saltones: 176
Nariz grande: 176
Nariz pequeña: 177
Nariz quebrada: 177
Nariz larga: 177
Nariz curvada: 177
Boca grande: 177
Boca pequeña: 178
Barbilla grande: 178
Barbilla pequeña: 178
Barbilla estrecha: 179
Cuello grueso: 179
Cuello arrugado: 179
Cuello doble barbilla: 179
Orejas grandes: 180
Orejas separadas: 180
Rostro arrugado: 180
Rostro sin modelar: 181
Rostro ancho: 181
Rostro estrecho: 181
Gafas: 182
Figura pesada: 182
Figura ligera: 182
Desfiguración: 183

Filtrajes 183

Para lámparas de descarga. 183
Para lámparas fluorescentes 183
Lámparas fluorescentes compactas 183
Película luz día en general 184

Relleno III. Justificaciones matemáticas y proceso de cálculo 184

Estudio de un caso mas general: dos motivos de igual reflectancia sumidas en luces distintas y con rellenos diferentes. 184
Compensación de un contraluz. 185

Alteración de una escena al añadir una luz. Estudio general de la situación..... 186

Alteración de una escena con la luz 186
Brillo de un objeto 187
Luz añadida 187
Conclusiones 190

Bibliografía: 192

Libros 192
Artículos 192

NOTAS.....193